L. COJOCARU T. PREDESCU M. DUMITRESCU
V. ROTARU.

TEHNOLOGII IN INDUSTRIA ALIMENTARĂ FERMENTATIVĂ

- TEH. SPIRT DIN PROD. AMIDONOASE
- TEH. SPIRT DIN MELASĂ
- FABRICAREA DROJDIEI COMPRIMATE

1978

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul XVI

GENERALITĂȚI

Industria spirtului și a drojdiei de panificație ocupă un loc important în cadrul industriilor fermentative prelucrătoare de materii prime agricole vegetale (cereale, cartofi, melasă etc.).

Aceste industrii, ca și celelalte industrii fermentative, se bazează pe însușirea unor microorganisme (drojdii selecționate), care prin enzimele ce le conțin, transformă substanțele utile din materiile prime prelucrate, în anumite condiții tehnologice, în alcool sau masă de drojdie ca produse principale și bioxid de carbon ca produs secundar. Pe lîngă acesta din urmă, se formează în cantități reduse și alte produse secundare (aldehide, esteri, alcooli superiori, acizi organici etc.).

Spre deosebire de alte industrii, în care tehnologiile de prelucrare a materiilor prime se bazează pe procese fizice, chimice sau fizico-chimice, industria fermentativă și în consecință și aceia a spirtului și a drojdiei de panificație, apare mai complexă, deoarece pe lîngă procesele mai sus arătate, o pondere însemnată au fenomenele biochimice caracteristice activității microorganismelor.

În aceste condiții, un conducător de proces tehnologic din industria spirtului sau a drojdiei, pe lîngă cunoștințele specifice de chimie, fizică, mecanică și electrotehnică, trebuie să stăpînească în mod temeinic și cunoștințele teoretice și practice de microbiologie industrială, care se perfecționează continuu în concordanță cu cuceririle științei, cu modernizarea tehnologiilor și a utilajelor.

Alcoolul produs pe cale industrială este denumit spirt, acesta avînd în componență, în principal, alcool etilic (95—96,6% din volum) alți alcooli, aldehide, eteri, esteri și apă.

Denumirea științifică a spirtului este cea de alcool etilic sau etanol, prima denumire derivînd de la radicalul C_2H_5— al hidrocarburii etan (C_2H_6) în care valența, devenită liberă prin scoaterea din moleculă a unui atom de hidrogen, este satisfăcută cu gruparea — OH (hidroxil), obținîndu-se astfel formula chimică a alcoolului etilic (C_2H_5—OH).

Denumirea de etanol s-a format prin adăugarea sufixului *„ol"* la denumirea hidrocarburii respective (etan).

Rezultă deci că noțiunea de alcool care își are originea în cuvintele arabe *al* (articol) și *cohol* (lucru subtil) nu se referă strict la alcoolul etilic.

A. SURSELE DE MATERII PRIME PENTRU INDUSTRIA SPIRTULUI ȘI A DROJDIEI COMPRIMATE

1. MATERII PRIME PENTRU INDUSTRIA SPIRTULUI

După natura substanțelor utile pe care le conțin, materiile prime pentru industria spirtului se clasifică astfel:

a. **Materii prime care conțin alcool etilic.** În această categorie intră vinul, drojdia de vin, tescovina, vinul de fructe și țuica defectă, din care alcoolul etilic se extrage prin operațiile de distilare și rafinare.

b. **Materii prime care conțin zahăr fermentescibil** cum sînt: melasa, sfecla-de-zahăr, trestia-de-zahăr, zahărul impropriu consumului, fructele.

c. **Materii prime care conțin amidon** cele mai utilizate, în funcție de disponibilități, fiind: cerealele (porumbul, grîul, secara, orzul, ovăzul, meiul, hrișca); cartofii și făina de cartofi, tuberculele de plante tropicale (batate) numite și cartoful dulce; rădăcinile unor plante tropicale, de exemplu rădăcinile de manioc cultivate în America de Sud și Africa, sau făina de manioc numită tapioca; castanele sălbatice.

d. **Materii prime care conțin inulină sau lichenină (hidrați de carbon înrudiți cu amidonul ca:** tuberculele de topinambur (nap porcesc); rădăcinile de gherghină (dalie) și de cicoare care conțin inulină; mușchiul de Islanda care conține lichenină.

e. **Materii prime care conțin celuloză (celulozice).** Acestea dețin o pondere însemnată pe plan mondial, în această categorie fiind cuprinse: deșeurile de lemn (rumeguș, talaș etc); subproduse celulozice din agricultură (paie, coceni, ciocălăi etc); deșeuri de molid; leșii bisulfitice care rezultă de la fabricarea celulozei.

f. **Gaze naturale rezultate din prelucrarea petrolului** — etilena ($CH_2 = CH_2$) care rezultă în operația de cracare a petrolului.

În țara noastră, ca dealtfel pe plan mondial, peste 50% din producția de spirt se obține din melasă.

În țările cu producție agricolă dezvoltată se prelucrează cartoful și cerealele (cu prioritate cereale ca: porumb-grîu-secară etc.) alterate, care nu pot fi consumate pentru alimentație sau pentru furajarea animalelor.

Orzul nu constituie în mod obișnuit materie primă pentru fabricarea spirtului. Se folosește ca cereală ajutătoare pentru fabricarea — în fabricile de spirt — a orzului încoltit denumit slad care conține enzimele necesare transformării amidonului în zahăr fermentescibil.

Materiile prime care conțin alcool (îndeosebi vinul) sînt distilate în vederea obținerii alcoolului etilic care rezultă în amestec cu mici cantități de alte substanțe (aldehide, esteri, alcool metilic, alcooli superiori etc.). Din acest amestec numit în mod curent „distilat" se prepară coniacul, rachiurile etc. potrivit tehnologiilor stabilite.

În ultimul deceniu a început să se utilizeze pe scară mai largă etilena ca materie primă. Spirtul, rezultat din aceasta, fiind destinat folosirii numai în scopuri tehnice. Ca urmare a crizei petrolului care s-a declanșat pe plan mondial în anul 1973, producerea spirtului din etilenă a devenit nerentabilă, îndeosebi în țările importatoare de petrol.

Deficitul mondial de cereale care ar trebui folosite în exclusivitate fie pentru prepararea produselor cerealiere cunoscute (produse de morărit și de

Scanned with OKEN Scanner

panificație) fie pentru dezvoltarea creșterii animalelor, în vederea sporirii rației de proteine în alimentație, impune orientarea cercetării și a industriei spirtului spre stabilirea și folosirea metodelor rentabile de prelucrare a enormelor resurse de deșeuri celulozice din agricultură și silvicultură, în vederea disponibilizării treptate a cerealelor a cartofilor și chiar a melasei care să fie folosite în scopurile arătate mai sus.

2. MATERII PRIME PENTRU INDUSTRIA DROJDIEI DE PANIFICAȚIE

Pînă la cel de al doilea război mondial, drojdia de panificație care inițial, în secolul al XIX-lea, era furnizată de fabricile de bere (din această cauză și astăzi fiind denumită popular drojdie de bere) se fabrica din cereale. Criza de cereale din perioada 1914—1918 a impus fabricanților să caute altă materie primă care să fie accesibilă și rentabilă. S-au pus astfel la punct bazele prelucrării melasei de sfeclă-de-zahăr, care astăzi constituie aproape în întregime materia primă pentru producerea drojdiei de panificație.

B. IMPORTANȚA ȘI DEZVOLTAREA INDUSTRIEI SPIRTULUI ȘI A DROJDIEI COMPRIMATE ÎN ȚARA NOASTRĂ

Deși pe plan mondial se consumă încă mari cantități de spirt rafinat pentru prepararea băuturilor alcoolice, din cauza efectelor dăunătoare pe care acesta le are asupra sănătății (consumat în cantități mici este stupefiant, iar în cantități mari devine toxic), nu trebuie să fie considerat în primul rînd ca aliment, ci ca materie primă mult mai utilă pentru fabricarea unor produse în alte ramuri ale economiei naționale.

Astfel, spirtul are multiple destinații în industria chimică în care se folosește ca materie primă pentru fabricarea unor produse ca: *eteri* (eterul etilic, eterul acetic, eterii etilici ai acizilor formic, lactic, ftalic); *esteri* folosiți la prepararea esențelor cu arome de fructe; dizolvant (la dezvoltarea nitrocelulozei a lacurilor etc.).

De asemenea, se utilizează la fabricarea unor medicamente, a clorurii de etil, a cloroformului, iodoformului, a unor insecticide și a cauciucului sintetic.

În industria produselor cosmetice, este folosit la fabricarea unor parfumuri, ape de toaletă, șpreiuri transparente.

În medicină, este folosit ca dezinfectant, iar în industria alimentară pe lîngă prepararea băuturilor, ca materie primă la fabricarea oțetului în amestec cu vinul.

Spirtul de calitatea a II-a este întrebuințat la fabricarea lichidului antigel, înlocuind în timpul iernii apa în radiatoarele automobilelor.

Spirtul absolut, la concentrația de 99,8% volume, se utilizează în țările lipsite de zăcăminte petrolifere, drept carburant, în amestec de 20—30% cu benzina căreia îi mărește totodată și cifra octanică.

În concordanță cu programul de dezvoltare a tuturor subramurilor industriei alimentare și industria spirtului din țara noastră s-a dezvoltat și modernizat considerabil, producția în prezent fiind de aproape 7 ori mai mare decît în anul naționalizării principalelor mijloace de producție (iunie 1948) iar în anul 1980 va fi superioară cu circa 30% celei realizate în anul 1970.

În ce privește industria drojdiei de panificație, importanța acesteia crește pe măsura urbanizării localităților din țara noastră, condiții în care se trece de la obținerea prin mijloacele casnice sau meșteșugărești a pîinii, la producția industrială, care permite realizarea unei largi diversificări sortimentale și a unei înalte productivități a muncii.

Și industria drojdiei de panificație se dezvoltă continuu în concordanță cu necesitățile de drojdie, producția actuală fiind de peste 5 ori mai mare decît cea care se realiza în 1948.

TEHNOLOGIA SPIRTULUI DIN MATERII PRIME AMIDONOASE

Capitolul XVII

SCHEMA TEHNOLOGICĂ A FABRICĂRII SPIRTULUI DIN MATERII PRIME AMIDONOASE

Fabricarea spirtului din materii prime amidonoase se desfășoară după schema tehnologică prezentată în figura 1.

În ordinea succesiunii lor, fazele procesului tehnologic și operațiile care se execută în cadrul acestora sînt următoarele:

1) *Curățirea materiei prime* constă în îndepărtarea din cereale — cu instalații speciale — a prafului, a corpurilor metalice, a corpurilor străine (bulgări de pămînt, piatră, paie, coceni etc.) care au dimensiuni mai mari decît ale bobului de porumb, operație care în cazul cartofilor se execută cu ajutorul unor spălătoare de construcție specială.

2) *Fierberea cerealelor sau a cartofilor* se realizează în recipienți cu regim de funcționare sub presiune (4—4,5 at), în scopul eliberării granulelor de amidon din celulele endospermului (bobului de cereale sau a cartofului) pentru a putea fi zaharificate.

3) *Zaharificarea amidonului* din cereale sau cartofi. Se realizează cu ajutorul laptelui de slad, care conține o enzimă specifică numită diastază sau amilază, cu însușirea de a scinda amidonul pînă la maltoză și dextrine. Zaharificarea se efectuează cu ajutorul utilajului denumit zaharificator.

Sladul se fabrică după schema tehnologică inclusă în figura 1.

4) *Fermentarea* plămezilor zaharificate în care maltoza și dextrinele rezultate din procesul de zaharificare sînt scindate de către enzimele specifice din drojdiile de fermentare, în glucoză, iar aceasta din urmă în alcool și bioxid de carbon.

Scanned with OKEN Scanner

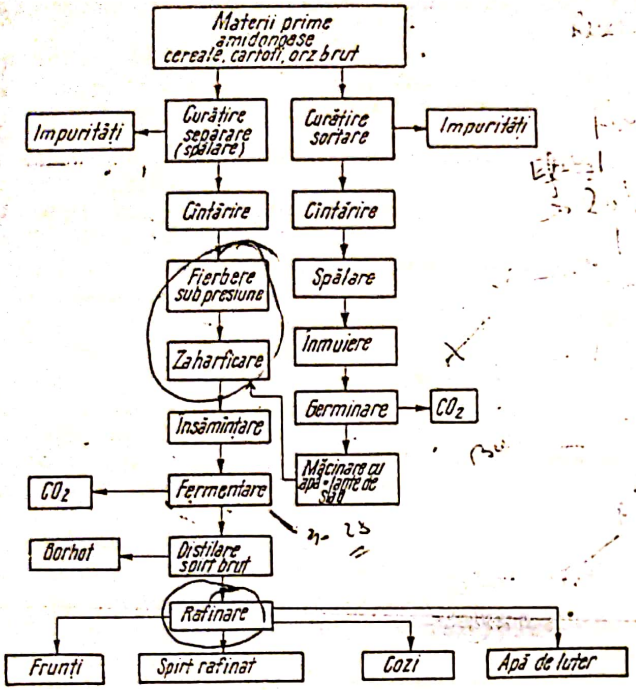


Fig. 121. Schema tehnologică de fabricare a spirtului din materii prime amidonoase.

Utilajul specific pentru realizarea fermentării se numește lin de fermentare.

Drojdiile pentru fermentare (cuibul de drojdie) se prepară după o tehnologie stabilită, în aparate de construcție specială, denumite în fabrică și lidnere.

Din procedeul de fermentare rezultă ca produs secundar bioxidul de carbon care, la cele mai multe fabrici, este captat, purificat și îmbuteliat, fiind apoi folosit în scopuri alimentare sau industriale.

5) *Distilarea* este faza procesului tehnologic în care se separă alcoolul etilic și alți produși volatili folosind căldura vaporilor de apă. Această operație se efectuează în instalații complexe de distilare (coloane de distilare și anexele respective).

Lichidul alcoolic obținut prin distilare se numește *spirt brut*.

Plămada dezalcoolizată se numește *borhot*, acest subprodus fiind un furaj valoros pentru animale, atunci cînd provine de la fabricarea spirtului din porumb sau cartofi.

6) *Rafinarea* este ultima fază a procesului tehnologic prin care, în instalații speciale, se realizează separarea alcoolului etilic care este componentul principal (minimum 96%) din *spirtul rafinat*.

Din procesul de rafinare rezultă ca produse secundare: spirtul frunți, alcătuit din produși mai ușor volatili și spirtul cozi, compus din produși mai greu volatili (alcooli superiori) decît alcoolul etilic.

Amestecul de spirt frunți și spirt cozi este cunoscut sub denumirea de *spirt tehnic*.

Capitolul XVIII

MATERII PRIME AMIDONOASE

Materiile prime amidonoase folosite în țara noastră la fabricarea spirtului sînt *porumbul* și *cartofii*. Secara sau grîul se utilizează rar, atunci cînd, din cauza unor degradări suferite, nu li se pot da alte întrebuințări (în alimentație sau la furajarea animalelor).

Orzul este materia primă pentru fabricarea sladului necesar zaharificării plămezilor de porumb sau cartofi.

A. PORUMBUL (ZEA MAYS)

Porumbul este o plantă supraterană care crește în zonele temperate, limita nordică a culturii fiind paralela 50.

După conținutul în amidon și randamentul în spirt, porumbul este materia primă cea mai valoroasă din acest punct de vedere.

Fructul plantei îl constituie coceanul de porumb cu boabele implîntate în el. Din fruct, utilizabile pentru fabricarea spirtului sînt boabele (semințele). Bobul de porumb conține două elemente principale:

— germenele, care constituie 12—15% din masa bobului;

— endospermul (rezerva de amidon, zahăr, proteine) care ocupă circa 84% din masa bobului.

Amidonul din porumb conține ca principali componenți 10—15% amiloză și 90—85% amilopectină.

În germene, se află concentrate grăsimi sub formă de acizi grași, grăsimi ce pot fi valorificate, fie în ulei comestibil de porumb, dacă germenii sînt prelucrați în fabrici de ulei, fie prin borhotul de porumb rezultat de la fabricile de spirt, subprodus cu mare valoare nutritivă furajeră.

Porumbul, recoltat, depozitat și conservat corespunzător, are următoarea compoziție chimică: substanțe neazotoase 68%, substanțe azotoase 10%, substanțe grase 5%, celuloză brută 2%, cenușă 1%, umiditate 14%.

Porumbul este deci o materie primă foarte valoroasă, datorită posibilităților de a se obține alcool, ulei vegetal și borhot cu valoare nutritivă ridicată.

B. CARTOFUL (SOLANUM TUBEROSUM)

Cartoful este o materie primă amidonoasă ce se cultivă pe mari suprafețe în țara noastră.

Comparativ cu porumbul, are, pentru industria spirtului, următoarele avantaje:

— se prelucrează mai ușor, în sensul că se fierbe mult mai repede;

Scanned with OKEN Scanner

— conține cantități mari de substanțe nutritive necesare dezvoltării drojdiei;

— dă plămezi mobile (fluide).

Ca plantă face parte din familia *Solanum*. Partea aeriană a plantei este o tufă cu frunze, iar cea subterană reprezintă o rădăcină ramificată cu tulpină și tubercule.

Se cultivă în zona de nord și zona temperată. Sămînța de cartofi o reprezintă tuberculele selecționate.

Din punctul de vedere al utilizării, cartofii se împart în:

— alimentari (cu un gust bun);

— tehnici (industrial valoroși — cei cu conținut ridicat în amidon).

Soiurile principale care se cunosc sînt următoarele:

— Octeabronac și Curier, care au un conținut de 17% amidon, sînt rezistente la putrezire;

— Lohr, care are maximum 20% amidon și este rezistent la depozitare;

— Voltman, cu maximum 20% amidon. Este rezistent la depozitare.

Cartofii conțin circa 25% substanță uscată și 75% apă.

Valoarea industrială a cartofilor este dată de conținutul de amidon, care la rîndul său este în funcție de soiul respectiv.

Astfel:

— soiurile timpurii (alimentare) conțin 12—14% amidon;

— soiurile mijlocii conțin 15—18% amidon;

— soiurile tîrzii (tehnice) conțin 19—25% amidon.

Amidonul, substanța activă din cartofi, se prezintă sub formă de granule.

Compoziția medie a cartofilor este următoarea: substanțe neazotoase 20,85% din care 18% amidon; 2,85% pentozani (zaharuri nefermentescibile), substanțe azotoase 2,0%, grăsimi 0,15%, celuloză 1,0%, substanțe minerale 1,0%, apă 75,0%.

C. ORZUL

Orzul este o plantă cultivată din cele mai vechi timpuri. În țara noastră, orzul este a treia cultură după grîu și porumb, iar din întreaga suprafață folosită pentru cultura orzului, peste 25% este ocupată cu orz de toamnă. Orzul obișnuit (*Hordeum L*) este o graminee și are 4 sau 6 rînduri de boabe pe spic. Este folosit la fabricarea sladului pentru spirt.

Planta de orz este constituită din rădăcină, tulpină, frunze și fruct.

Fructul sau bobul de orz este constituit din trei părți principale: coajă sau tegument, miezul sau endospermul și embrionul bobului. Endospermul este separat de embrion printr-un strat de celule numit scutelum și prin epiteliu absorbant. În endosperm se mai află un strat de celule aleuronic, unde se produc unele din enzimele ce solubilizează în prezența apei o parte din substanțele de rezervă. Printre aceste enzime se deosebesc diastazele, protează, citazele, fitazele, lipazele și altele care au un rol important în zaharificarea amidonului din plămezile de porumb sau de cartofi.

D. DEPOZITAREA ȘI CONSERVAREA MATERIILOR PRIME AMIDONOASE

1. DEPOZITAREA ȘI CONSERVAREA CEREALELOR

În condițiile actuale, se impun și se depun eforturi susținute în continuare, pentru îmbunătățirea și crearea de soiuri superioare de semințe precum și pentru perfecționarea metodelor și a mijloacelor agrotehnice de prelucrare a pămîntului, în scopul realizării de producții mari la hectar, cu un conținut cît mai ridicat de substanță utilă. Trebuie, de asemenea, să se manifeste o deosebită preocupare, cu exigență și responsabilitate sporite, pentru reducerea la minimum a pierderilor cantitative și calitative, din momentul recoltării și pînă la utilizarea cerealelor în alimentația omului (făinuri, mălai, pîine și produse de panificație) în furajarea animalelor sau în prelucrarea industrială.

Această preocupare pentru reducerea pierderilor în producția agricolă este absolut necesară în condițiile societății noastre socialiste, fiindcă indiferent unde se produc acestea (la producătorul de cereale, la întreprinderile de colectare și valorificare a cerealelor sau la beneficiari), ele sînt în dauna economiei naționale constituind o frînă în realizarea neabătută a programului partidului și a statului nostru de creștere a bunăstării materiale a cetățenilor patriei.

În acest context, evident, și fabricile de spirt poartă o răspundere deosebită pentru păstrarea și conservarea optimă a cerealelor. Aceasta constituie, de cele mai multe ori, una dintre cele mai importante și grele probleme economice, ținînd seama de faptul că din prețul de cost al produsului spirt, ponderea cea mai mare o deține valoarea materiei prime (circa 80%).

În fond, ceea ce trebuie să intereseze în egală măsură pe producători, pe intermediari (întreprinderile de colectare și valorificare a cerealelor) cît și pe beneficiari, este faptul că, de la recoltare și pînă la întrebuințare, pierderile de substanță utilă din porumb (amidonul) și reducerea energiei și a capacității de germinare a orzului să fie cît mai mici.

Rezultă deci că, în condițiile unei gospodăriri optime, balanța activității unei fabrici de spirt este completă și reflectă realitatea, numai dacă cuprinde pe de o parte cît amidon s-a introdus în fabrică cu o anumită cantitate de materie primă și cît spirt a rezultat în condițiile desfășurării corespunzătoare a procesului tehnologic.

La depozitarea porumbului, în funcție de anumiți factori (umiditatea și temperatura boabelor, gradul de infectare cu microorganisme, îndeosebi cu mucegaiuri și gradul de infestare cu diferite insecte etc.) pierderile de amidon pot fi minime sau foarte mari, în această din urmă situație rezultatele economice ale fabricii de spirt putînd fi grav afectate.

Este de aceea necesar să se cunoască cauzele degradării cerealelor în timpul depozitării precum și metodele de combatere a acestora.

Cercetările și practicile din țara noastră și din țările cu producții mari de cereale, au pus în evidență factorii care trebuie să fie urmăriți în timpul depozitării și al conservării cerealelor: umiditatea, temperatura, gradul de infectare cu microorganisme (fungi și bacterii), infestarea cu insecte și prezența rozătoarelor.

a. **Umiditatea și temperatura sînt factorii de primă importanță ai comportării cerealelor în decursul păstrării, între aceștia existînd o strînsă corelație.**

Scanned with OKEN Scanner

Cerealele se pot păstra bine chiar la un conținut de umiditate mai ridicat, dacă au o temperatură scăzută și uniformă în toată masa. În momentul în care în diferitele zone ale unui vrac de cereale există diferențe de temperatură, umiditatea se deplasează din zonele calde spre cele reci în care determină creșterea conținutului de apă, al cerealelor, mărind astfel riscul de degradare a acestora. Acest risc este cu atît mai mare cu cît umiditatea depășește limita critică de umiditate a boabelor (14,5—15,5% apă), cînd embrionul bobului se află în stare de viață latentă. Peste această limită maximă de umiditate se intensifică o serie de procese, care duc la ridicarea temperaturii și, în final, la degradarea într-o măsură mai mare sau mai mică a masei de cereale, în funcție de măsurile întreprinse pentru frînarea lor și de timpul de depozitare.

S-a demonstrat științific mecanismul complex al absorbției sau desorbției (cedării) apei de către diferiți constituenți chimici ai bobului cerealier. Aceștia sînt hidrații de carbon (celuloza, amidonul și dextrinele) precum și proteinele.

Din punct de vedere practic însă, este important să se cunoască fenomenele caracteristice care au loc în timpul depozitării cerealelor cu umiditate ridicată, precum și măsurile care se impun pentru diminuarea efectelor negative provocate de aceasta.

La un conținut de umiditate scăzut (10—15%) cerealele se păstrează timp îndelungat fără a se altera, acesta fiind cel mai sigur mijloc de evitare a unor procese biochimice care duc la pierderi de substanță utilă.

Transformările biochimice, dezvoltarea microorganismelor, insectelor și acarienilor se intensifică foarte mult cu creșterea umidității boabelor și a temperaturii.

Transformările biochimice se referă la respirația cerealelor, la modificările hidraților de carbon, a compușilor azotului și a lipidelor.

Respirația este fenomenul prin care glucoza din bobul cerealelor, în prezența oxigenului este transformată în bioxid de carbon și apă, cu degajare de căldură după următoarea ecuație:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 677{,}2 \text{ calorii}$$

Acesta este un proces inerent și în cazul păstrării în condiții optime a cerealelor care are loc pînă la maturarea porumbului. Maturarea constă în „condensarea" în sămînță, după recoltare, a substanțelor solubile (zahăr și polipeptide) care formează granulele de amidon și respectiv proteina.

Procesul de respirație se intensifică cu creșterea umidității boabelor care poate să ajungă în unele cazuri pînă la 30—35% apă. Temperatura, de asemenea, poate atinge valori pînă la 75°C.

În cazul boabelor sănătoase, curate (puțin infectate, cu mucegaiuri sau bacterii) și cu umiditatea redusă, procesul de respirație nu duce la pierderi mari de amidon.

În cerealele infectate cu fungi și bacterii, care au un conținut mare de apă și temperatura ridicată, intervine și respirația microflorei care se află pe tegumentul boabelor și în interiorul lor. Aceasta este mult mai intensă ducînd în final la pierderi mari care în practică se estimează prin una din următoarele căi:

— diminuarea cantității masei de cereale;
— cantitatea de bioxid de carbon produsă sau de oxigen absorbită pe unitatea de greutate a produsului;
— creșterea umidității cerealelor depozitate într-un anumit interval de timp;
— cantitatea de căldură produsă.

Cea mai folosită este metoda de măsurare a cantității de bioxid de carbon degajată.

Hidrații de carbon sînt și ei modificați la umidități și temperaturi ridicate. Astfel, amidonul sub influența enzimelor (alfa și beta amilaza), care se găsesc în sămînța cerealei, este transformat în dextrine și maltoză, iar cînd intervin și enzimele din fungii care infectează cerealele, maltoza este hidrolizată în continuare pînă la glucoză care este în cele din urmă consumată prin fenomenul de respirație. Astfel se explică scăderea în greutate a cerealelor depozitate care nu sînt conservate corespunzător.

În cazul unui porumb recepționat chiar cu umiditatea scăzută se poate stabili dacă a suferit anterior degradări — prin determinarea conținutului de zahăr reducător care în mod normal trebuie să fie sub 1,5%, raportat la substanță uscată.

Compușii azotului — proteinele, suferă și ele transformări în timpul degradării porumbului la umiditate și temperatură ridicate. Hidroliza proteinelor, pînă la polipeptide și aminoacizi, are loc sub influența enzimelor proteolitice. Într-un porumb degradat, conținutul de aminoacizi este de circa 3 ori mai mare decît în porumbul sănătos și acesta fiind deci un indiciu al alterării.

Grăsimile (*lipidele*) — în cazul porumbului uleiul din germenele bobului — suferă, de asemenea, degradări în timpul depozitării.

La depozitarea corespunzătoare adică la umiditate pînă la 15% și temperatură de maximum 10—12°C modificarea uleiului este rareori numai de natură oxidativă, ducînd la apariția gustului de rînced.

La umiditate și temperatură ridicate peste limitele de mai sus și cînd porumbul este ca în cele mai multe cazuri infectat cu mucegaiuri, apare degradarea hidrolitică a uleiului din germeni determinată de acțiunea enzimelor denumite lipaze. Aceasta apare înaintea hidrolizei hidraților de carbon și a proteinelor, și se pune în evidență prin scăderea conținutului de lipide și a prezenței în cantitate mare a acizilor grași care sînt rezultatul hidrolizei.

b. Infectarea cu microorganisme și acțiunea foarte dăunătoare a acestora la umiditatea și temperatura peste limitele de siguranță în timpul depozitării cerealelor și deci și a porumbului constituie o problemă deosebit de dificilă pentru evitarea pierderilor de substanță utilă.

Din constatările practice și științifice de mai mult de un secol s-a stabilit că, principala cauză a degradării cerealelor sînt fungii (ciuperci microscopice).

Bacteriile contribuie și ele la degradarea cerealelor însă numai după ce fungii determină ridicarea temperaturii semințelor pînă la circa 55°C cînd apare și apa liberă, mediu în care bacteriile termofile intră în acțiune, ridicînd temperatura pînă la 70—75°C și împreună cu fungii termofili, avansează considerabil degradarea.

Rezultă deci că, bacteriile intervin în fazele finale de degradare a cerealelor și deci, atenția principală trebuie să fie acordată combaterii acțiunii fungilor.

Pînă în prezent se cunosc în natură peste 100 000 feluri de fungi care degradează orice materie organică (resturi de plante, pielea crudă, carnea, țesături textile etc.).

Dintre aceștia peste 150 de specii sînt prezente pe boabele de cereale.

Sînt cunoscuți *fungii de cîmp* care încă înainte de recoltare și imediat după recoltare (pînă la depozitare) infectează miezul semințelor. Reprezentative sînt genurile de fungi de cîmp Fusarium, Alternaria, Cladosporium și Helminthosporium care alterează culoarea semințelor sau a endospermului acestora, slăbesc sau inactivează total embrionul, provoacă șistăvirea semințelor,

Scanned with OKEN Scanner

mălura plantulei, putrezirea rădăcinii sau alte boli care se dezvoltă din semințele infectate încă în lan. Unele specii de Fusarium produc putrezirea știuleților de porumb.

Deosebit de fungii de cîmp sînt cunoscuți fungii așa-numiți *de depozit* (speciile *Aspergillus candidus, A. glaucus, A. flavus, A. restrictus* și *Penicillium*), care pot acționa între —5°C (*Penicillium*) și pînă la +55°C (*Aspergillus candidus*).

Acești fungi sînt foarte răspîndiți pe toate materialele de natură vegetală și animală la umiditatea relativă a aerului cuprinsă între 70 și 90%. Se găsesc pînă și în stofa de mobilă, în saltele și perini, în cauciucul expandant, în aerul din locuință (pînă la 3 000 000 de germeni/gram de praf) și mai ales în depozitele de cereale.

Ei atacă în primul rînd embrionul bobului care are umiditate mai ridicată decît endospermul, efectele negative asupra boabelor de cereale constînd în: scăderea capacității germinative; modificarea culorii; producerea de micotoxine; încingerea cerealelor; mucegăirea și în final degradarea totală.

Pe lîngă paguba principală care constă în pierderea de amidon, acești fungi produc micotoxine dăunătoare păsărilor sau animalelor care consumă asemenea cereale, mai ales porumb.

Cea mai periculoasă micotoxină este alfatoxina. Producerea acesteia de către *Aspergillus flavus* este favorizată de un conținut de umiditate al cerealelor de circa 18,5% (raportat la substanță uscată) care se găsește în echilibru cu o umiditate relativă de 85% a atmosferei din siloz.

Prezența aflatoxinei în porumb duce la leziunile ficatului animalelor care îl consumă, sau chiar la moartea acestora, cînd micotoxina respectivă este consumată în cantități mai mari.

Această constatare de dată relativ recentă asupra toxicității micotoxinelor și în special a aflatoxinei trebuie să fie corespunzător considerată și în cazul unor loturi de porumb degradate care se prelucrează în industria spirtului.

Plecînd de la constatarea științifică potrivit căreia aflatoxina nu este distrusă la temperaturi de peste 100°C deci nici la temperatura de fierbere a porumbului (140—150°C), ci numai pe cale microbiologică sau chimică, ne putem explica de ce la prelucrarea porumbului mucegăit fermentația plămezilor decurge defectuos, drojdiile sînt slăbite și în final consumurile normate de porumb sînt depășite.

Rezultă că micotoxinele în general și în special aflatoxinele sînt toxice și pentru drojdii, inhibîndu-le activitatea, rămînînd astfel în plămezi cantități importante de substanță utilă netransformată în alcool (maltoză și dextrină) care se evacuează prin borhot.

Plecînd de la aceste considerente borhoturile care conțin aflatoxine, sînt dăunătoare și animalelor cărora li se administrează în hrană un timp mai îndelungat.

c. **Infestarea cu insecte** a cerealelor în timpul depozitării cerealelor este o altă cauză importantă a pierderilor de materie primă în fabricile de spirt.

Dintre numeroasele insecte care produc pagube mari în timpul depozitării porumbului, cea mai răspîndită este gărgărița porumbului (Sitophilus zeamais) care atacă și bobul de orz. Se deosebește de gărgărița grîului sau a orezului, prin forma alungită a capului, după petele de culoare galbenă pe fiecare elitră și prin larva ei ca o omidă fără picioare (fig. 122).

Mai sînt cunoscute și daunele produse de molia cerealelor (*Sitotroga cerealella*) — din figura 123.

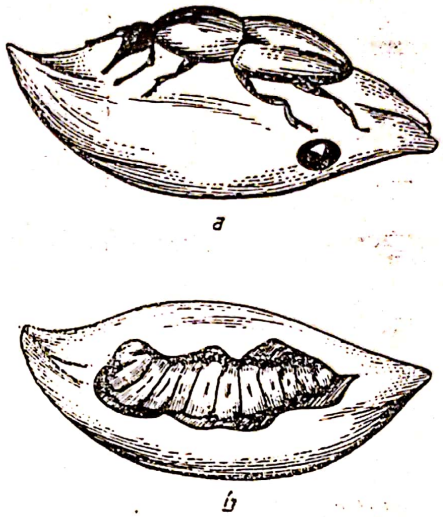


Fig. 122. Gărgărița porumbului și a orzului: *a* — insecta pe un bob de orz; *b* — larva în interiorul unui bob de orz.

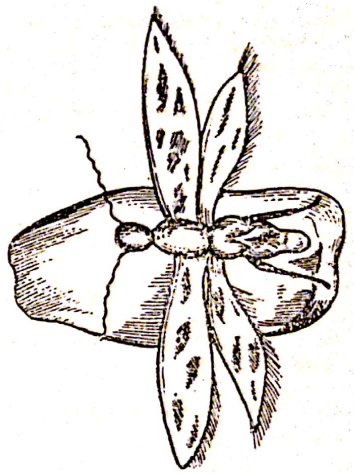


Fig. 123. Molia porumbului.

Aceasta are aripile din față colorate în maro deschis, iar aripile posterioare au pe margini peri lungi. Sînt și alte grupe de insecte care după daunele ce le produc sînt categorisite în principale, secundare sau întîmplătoare.

Aceste insecte pătrund în interiorul bobului hrănindu-se cu amidonul din endosperm (gărgărița) sau cu embrionul (molia).

Ca urmare a infestării cu insecte, loturile de cereale (porumb sau orz) pierd din greutate. Totodată, datorită scindării amidonului, în timpul metabolismului insectei, se dezvoltă în masa de cereale temperatură și umiditate, favorizînd activitatea fungilor care produc cele mai mari pagube după cum s-a arătat anterior.

Insectele sînt acelea care infestează de cele mai multe ori cerealele cu spori de fungi.

d. **Rozătoarele**, șobolanii și șoarecii produc, de asemenea, însemnate pagube, în timpul depozitării cerealelor, fiind cele mai distructive animale vertebrate de pe pămînt. S-a estimat că șobolanii și șoarecii consumă pe glob circa 33 milioane tone cereale anual. În unele țări, aceste rozătoare distrug înainte de recoltare, în cîmp, pînă la 25% din culturi și pînă la 30% din cerealele depozitate.

Rezultă deci că pentru diminuarea pierderilor în timpul depozitării cerealelor, sînt necesare măsuri energice și permanente de combatere a rozătoarelor.

* * *

Din cele arătate mai sus cu privire la cauzele care duc la pierderi în timpul depozitării cerealelor, se desprind următoarele concluzii și măsuri practice:

— Porumbul și orzul destinate fabricării spirtului să fie depozitate în silozuri la umiditatea de 14—15% maximum, și pe cît posibil la temperaturi pînă la 12°C.

Scanned with OKEN Scanner

— Umiditatea relativă a atmosferei din depozitul de cereale să fie de maximum 75%. Peste această limită cerealele uscate adsorb umiditatea din atmosferă favorizîndu-se astfel declanşarea sau intensificarea activităţii fungilor.

— În cazul depozitării cerealelor, la umiditate peste 16%, comportarea acestora trebuie să fie în permanentă urmărire.

— Focarele de încingere să fie eliminate prin trecerea imediată a cerealelor din zona respectivă în producţie. Este indicat ca fabricile să aibă posibilitatea să insufle în masa de cereale aer rece pînă la maximum 10°C (prin ţevi perforate, aşezate pe pardosea) metodă prin care se frînează activitatea microorganismelor chiar la umiditatea ridicată a cerealelor.

— Unde nu există această posibilitate, trebuie să se execute mai des lopătări mecanice sau manuale, prin care se limitează migrarea umidităţii spre zonele în care cerealele sînt mai uscate.

Aceste măsuri şi grija pentru conservarea corespunzătoare a cerealelor, în primul rînd, prin depozitarea acestora la umiditate redusă (maximum 15%) prin uscare naturală sau artificială, sînt în final cele mai eficiente şi mai avantajoase din punct de vedere economic pentru evitarea pierderilor în timpul depozitării.

Este, de asemenea, important să se cunoască utilitatea urmăririi cu maximum de conştiinciozitate a comportării cerealelor în timpul depozitării, la care trebuie să participe atît lucrătorii cît şi specialiştii din compartimentul tehnic de control al calităţii şi din laboratorul fabricii.

Periodic, trebuie să se urmărească: modificările care pot fi identificate vizual sau prin analize de laborator; schimbarea culorii endospermului şi a cojii, pierderea luciului bobului; scăderea în greutate a boabelor; pierderea capacităţii de germinare; creşterea temperaturii; apariţia unor toxine care se pot determina de laboratoare de specialitate prin teste biologice şi unele schimbări biochimice care se evidenţiază prin înăcrirea sau amăreala cerealelor şi prin creşterea acidităţii grăsimilor (uleiul din germenii bobului).

Practic, s-a constatat că este mai puţin costisitor să se ia toate măsurile ca porumbul sau orzul să fie aduse în condiţii optime de umiditate şi temperatură pentru depozitare. Cînd aceste condiţii sînt neglijate, cheltuielile determinate de administrarea de fungicide sau insecticide pentru limitarea pierderilor de depozitare sînt mult mai mari şi nu de puţine ori ineficiente.

Rozătoarele se combat prin gazare, otrăvire sau capcane, operaţii realizate de către întreprinderile specializate.

Deosebit de cele de mai sus, din punctul de vedere al *prevenirii şi stingerii incendiilor* (P.S.I.), cel mai grav pericol în exploatarea depozitelor de cereale este praful organic alcătuit din fragmente fine din coajă, din endospermul boabelor sparte, de pleavă şi de paie.

Acest praf fin pluteşte uşor în aer, constituind un poluant şi, mai ales, un pericol mare de explozie.

Exploziile datorită acestui praf sînt deosebit de puternice şi pot produce pagube imense. Ele pot fi provocate din neglijenţă de la o ţigară, de la o scînteie produsă din lovirea unei lopeţi de betonul clădirii, de defecţiunea apărută la un motor electric, la o instalaţie electrică, de supraîncălzirea unui lagăr, de spargerea unui bec electric etc.

Pentru evitarea pericolului unei explozii, trebuie să se îndepărteze, cu toată atenţia, cauzele arătate mai sus şi altele care nu au fost menţionate, dar în primul rînd să se ia măsurile tehnice necesare pentru aspirarea, eliminarea şi captarea prafului din depozite şi silozuri, cînd acesta se produce cu ocazia manipulării cerealelor.

2. DEPOZITAREA ŞI CONSERVAREA CARTOFILOR

Pentru păstrarea cartofilor în condiţii care să asigure minimum de pierderi pe toată durata campaniei de prelucrare, care se desfăşoară de la începutul lunii octombrie şi pînă la sfîrşitul trimestrului I al anului următor, în fabricile de spirt se folosesc mai multe mijloace.

Cele mai des folosite sînt magaziile simple, magaziile amenajate, stivele (silozurile) de scurtă şi de lungă durată.

Magaziile simple. Acestea sînt nişte depozite semiîngropate, acoperite, cu ferestre laterale pentru încărcare. Cartofii se depozitează în strat de 1,5—2 m. Aerisirea se face natural. Transportul cartofilor se execută prin canalele hidraulice practicate în pardoscala magaziei. Aceste depozite sînt folosite mai mult pentru crearea unui stoc-tampon.

Magaziile amenajate. Prin construcţia lor asigură păstrarea cartofilor în condiţii corespunzătoare pe o durată de 7—8 luni. Cartofii se pot depozita într-un strat de 7—8 m, cu condiţia ca să fie sănătoşi şi uscaţi, iar înainte de depozitare să fie curăţaţi pentru îndepărtarea impurităţilor (pămînt, nisip, pietriş, resturi de plante etc.).

Magaziile amenajate prezintă avantajul că permit menţinerea unei temperaturi optime prin insuflare artificială de aer printr-o reţea de tuburi construită în acest scop.

Temperatura se poate urmări central la un tablou de comandă şi control, la care se pot citi temperaturile din diferite puncte ale grămezii unde sînt amplasate termometre electrice.

Pe lîngă avantajele de mai sus, acest tip de magazie necesită mai puţină forţă de muncă şi mai puţină suprafaţă de depozitare.

Stivele (silozurile). Acestea sînt nişte depozite de suprafaţă, în care cartofii sînt acoperiţi cu paie şi pămînt, fiind cele mai folosite în ţara noastră.

În figura 4 este redată în secţiune transversală o stivă de cartofi. Stivele se amplasează pe un teren uscat, dinainte curăţat, şi se compun din următoarele elemente:

— Masa de cartofi *1*, care are în secţiune formă triunghiulară, este depozitată pe o suprafaţă dreptunghiulară pe care se face o săpătură la o adîncime de circa 20 cm, pămîntul scos fiind folosit pentru acoperirea stivelor.

— Sistemul de aerisire al masei de cartofi. Acesta constă din nişte canale *2*, săpate pe axul longitudinal al bazei stivei, avînd lăţimea de 20 cm şi adîncimea de 15—25 cm. Acest canal poate fi acoperit cu un grătar din lemn *3*, care poate fi şi de formă triunghiulară sau pătrată.

Gazele rezultate din procesul de respiraţie a cartofilor se elimină prin burlanele verticale *4*. Aceste burlane sînt aşezate pe canalul *2* din 4 în 4 m şi au partea superioară ieşită din stivă. La partea inferioară au un grătar format din şipci, iar la partea superioară un acoperiş de protecţie, care împiedică pătrunderea în siloz a picăturilor de ploaie sau a zăpezii.

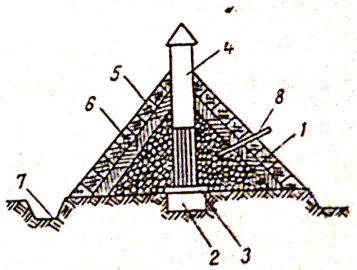


Fig. 124. Siloz pentru depozitarea cartofilor.

Scanned with OKEN Scanner

— Stratul de paie *5*, cu o grosime de 40—50 cm, asigură protecția contra intemperiilor.

— Stratul de pămînt *6* are același rol. El se așază la 3—4 zile după acoperirea cartofilor cu paie într-o grosime de circa 10 cm. Cînd temperatura de afară a ajuns la 2—5°C cu tendință de scădere, se adaugă pămînt pînă la o grosime de 40—50 cm la bază și 15—20 cm spre vîrful stivei.

— De-a lungul silozului se sapă șanțurile *7*, pentru scurgerea apelor. Controlul temperaturii se efectuează prin tubul *8*.

La executarea silozurilor trebuie să se țină seama de următoarele recomandări:

— terenul trebuie să aibă o ușoară pantă pentru a fi ferit de inundații;

— pentru a asigura o aerisire corespunzătoare, stivele trebuie să aibă o lungime de maximum 30—40 m, lățime 2—3 m și înălțime 1—1,5 m;

— pentru a fi ferite de îngheț, latura mare a stivei trebuie să fie orientată paralel cu direcția vîntului dominant rece;

— înainte de introducere în stivă, cartofii ar trebui să fie sortați, operațiune prin care se îndepărtează cartofii striviți, bolnavi, care constituie focare de infecție.

În timpul păstrării cartofilor în silozuri este necesar să se urmărească în permanență evoluția temperaturii și apariția unor fenomene, pentru a se evita pierderi de amidon peste cele normale.

Factorul principal care trebuie să fie cunoscut zilnic este temperatura fiecărui siloz, care se controlează cu ajutorul unor termometre cu tijă lungă, ce se introduc în tuburile special montate în masa de cartofi.

Fenomenele care dau indicație asupra unei stări anormale din masa de cartofi din stivă sînt următoarele:

— formarea de vapori deasupra stivelor sau topirea zăpezii de pe acestea indică o încingere și chiar o alterare a masei de cartofi;

— prăbușirea coamei este dovada unui focar de încingere avansat;

— prezența musculițelor pe burlanele de aerisire indică un început de încingere a cartofilor.

Cînd la desfacerea unei stive se constată modificări ale tuberculului de cartof, se pot deduce cauzele care le-au provocat, după următoarele aspecte:

— miezul înnegrit al tuberculului apare ca urmare a unui atac de mană sau a temperaturii ridicate de păstrare;

— cînd tuberculele se înmoaie odată cu creșterea temperaturii, este o indicație că au fost înghețați în stivă;

— dacă la desfacerea stivei tuberculele sînt umezite, rezultă că temperatura de la vîrful stivei este mai scăzută decît cea de la mijloc;

— cînd tuberculele sînt încolțite, înseamnă că în masa cartofilor a fost o temperatură de peste 6°C, iar cînd au gustul dulce, temperatura din stivă a fost în jur de 0°C;

— tuberculele zbîrcite apar ca urmare a umidității scăzute a aerului cînd se produc deshidratări avansate;

— mirosurile respingătoare de tubercule putrezite dovedesc prezența unor focare de infecție cu microorganisme, care apar la temperaturi ridicate și cînd stivele nu sînt aerisite suficient.

E. CALITATEA MATERIILOR PRIME AMIDONOASE

1. CONDIȚIILE DE CALITATE ȘI ANALIZA PORUMBULUI

Porumbul care se livrează fabricilor de spirt se recepționează în baza condițiilor de calitate prevăzute în standard.

Fabricile de spirt sînt aprovizionate și cu porumb degradat care nu are alte utilizări.

Elementele care stau la baza stabilirii valorii de facturare a porumbului sînt *umiditatea* și *corpurile străine* care se determină de către laboratorul fabricii, după metodele prevăzute în standard. În afară de umiditate și corpuri străine, fabricile de spirt determină, *conținutul de amidon* care este elementul principal pentru calculul consumului specific sau al randamentului.

Conținutul de amidon se determină în laboratorul fabricii după metoda Ewers. Amidonul trebuie să se determine nu numai la porumbul care se introduce în fabricație ci și la cel recepționat.

2. DETERMINAREA CALITĂȚII CARTOFILOR

În funcție de mijloacele de recoltare, de starea timpului, de numărul de manipulări, etc., cartofii pot conține un procent mai mare sau mai redus de impurități (pămînt, resturi de plante, pietre etc.), tubercule vătămate, bolnave, iar după anul de recoltă, tubercule de mărime variabilă.

Pentru a se stabili calitatea cartofilor, la recepție se efectuează o serie de determinări și analize reglementate prin standard de stat.

Principalele analize care se efectuează la recepție de către laboratorul fabricii sînt:

— determinarea corpurilor străine;
— determinarea numărului de cartofi la kilogram;
— determinarea greutății minime a unui tubercul;
— determinarea cartofilor cu defecte;
— determinarea conținutului de amidon.

3. DETERMINAREA CALITĂȚII ORZULUI

Criteriile de bază după care se apreciază calitatea unui orz destinat fabricării sladului sînt: capacitatea de germinare, conținutul de amilază și proprietățile organoleptice.

Aceste analize se efectuează în laboratorul fabricii.

Capacitatea de germinare se exprimă prin numărul de boabe care germinează după 3 zile.

Cînd numărul de boabe germinate este în jur de 85%, orzul este satisfăcător, bun cînd se situează între 86—90% și foarte bun cînd capacitatea de germinare a boabelor este de peste 90%.

Conținutul de amilază (enzima care zaharifică amidonul), acesta este mai ridicat în cazul orzului cu conținut mai ridicat de proteine (orzul cu 4 și 6 rînduri de boabe pe spic care conține 12—14% substanțe proteice).

Proprietățile organoleptice se referă la aspectul orzului care nu trebuie să prezinte boabe înnegrite sau cu colțurile brune, parțial crescute, ori atacate

Scanned with OKEN Scanner

de gîndaci, mucegaiuri sau bacterii. Orzul nu trebuie să aibă miros de mucegai, iar în masa de boabe nu se admite un procent de spărturi mai mare decît cel admis prin norma de calitate.

Capitolul XIX

MATERII AUXILIARE ŞI UTILITĂŢI FOLOSITE LA FABRICAREA SPIRTULUI ŞI A DROJDIEI

A. MATERII AUXILIARE

După destinaţia lor, materiile auxiliare folosite în industria spirtului, a drojdiei de panificaţie şi a drojdiei furajere, se grupează astfel:

— săruri nutritive;
— substanţe pentru combaterea spumei;
— substanţe dezinfectante şi antiseptice;
— acizi şi baze folosite în procesul de fabricaţie;
— substanţe pentru stimularea activităţii drojdiilor.

1. SĂRURILE NUTRITIVE

La fabricarea spirtului din materii prime amidonoase nu sînt întrebuinţate săruri nutritive cu fosfor, azot şi magneziu, deoarece aceste elemente, necesare dezvoltării şi activităţii drojdiilor în timpul procesului de fermentare, se găsesc din abundenţă în cereale şi cartofi.

În schimb, melasa care este materie primă pentru fabricarea spirtului, a drojdiei furajere şi în exclusivitate pentru fabricarea drojdiei de panificaţie, este lipsită de fosfor şi conţine în cantităţi reduse azot asimilabil. Din această cauză, azotul şi fosforul necesar drojdiilor se asigură din soluţiile obţinute prin dizolvarea (la fierbere) sărurilor nutritive care conţin azot şi fosfor.

Sărurile nutritive folosite frecvent la prelucrarea drojdiei de panificaţie şi a spirtului din melasă sînt următoarele:

Sulfatul de amoniu $(NH_4)_2SO_4$ este o pulbere de culoare alb-gălbuie, cristalină, solubilă în apă care se prepară industrial prin tratarea acidului sulfuric cu amoniac gazos.

Diamoniufosfatul este un amestec de mono şi diamono-fosfaţi $(NH_4)H_2PO_4$ şi $(NH_4)_2HPO_4$, foarte solubil în apă şi cu un conţinut foarte ridicat de fosfor (54% P_2O_5) şi de azot (21% N_2).

Ureea ($H_2N—CO—NH_2$) este o sare cristalină incoloră, uşor solubilă în apă, cu un conţinut de circa 46% azot, raportat la substanţă uscată.

Superfosfatul de calciu $Ca(H_2PO_4)_2 + CaSO_4 2H_2O$ de forma unei pulberi de culoare gri, se obţine prin tratarea făinii de oase cu acid sulfuric. Se fabrică în două calităţi. Cel de calitate I conţine 18% pentoxid de fosfor (P_2O_5), iar cel de calitatea a II-a, conţine 16—17%. Umiditatea maximă admisă la ambele calităţi este de 15%. Conţinutul de arsen nu trebuie să depăşească 0,0006% deoarece acesta este un element foarte nociv pentru drojdii.

Sulfatul de magneziu $MgSO_4$ se prezintă sub formă de cristale incolore, este foarte solubil în apă, şi are un gust amar-sărat.

Conţine 16,3% Mg exprimat în MgO.

2. SUBSTANŢE PENTRU COMBATEREA SPUMEI

Denumite şi antispumante datorită proprietăţii lor de a modifica tensiunea superficială a lichidelor, *substanţele antispumante* sînt folosite pentru spargerea spumei ce se formează în timpul aerării mediilor de melasă în cazul fabricării drojdiei de panificaţie, a drojdiei furajere şi a spirtului.

Antispumanţii cei mai economici şi frecvent folosiţi sînt acizii graşi vegetali. Aceştia provin din scindarea cu acid sulfuric a săpunului rezultat în procesul de rafinare a uleiurilor vegetale.

3. SUBSTANŢE DEZINFECTANTE ŞI ANTISEPTICE

Pentru combaterea microorganismelor infectante, la fabricarea spirtului din melasă, cereale şi cartofi, precum şi la fabricarea drojdiei furajere şi de panificaţie se folosesc substanţe dezinfectante şi antiseptice.

Substanţele dezinfectante sînt folosite în scopul distrugerii agenţilor patogeni, iar cele antiseptice în doze mici împiedică dezvoltarea şi activitatea microorganismelor.

Nu există o delimitare precisă între dezinfectanţi şi antiseptici. O serie de substanţe chimice folosite ca dezinfectante pot fi antiseptice cînd sînt utilizate în doze care distrug microorganismele; aceste doze sînt însă suportabile de către drojdii.

Substanţe dezinfectante. Este cunoscută o gamă largă de dezinfectanţi. După compoziţia chimică, substanţele cu acţiune dezinfectantă sînt acizi, baze, săruri, compuşi cu clor, aldehide etc.

În industria fermentativă, principalele substanţe dezinfectante folosite sînt următoarele:

Baze. Hidroxidul de sodiu (soda caustică) şi hidroxidul de calciu (laptele de var).

Soluţiile de hidroxid de sodiu şi laptele de var se folosesc pentru dezinfectarea cartofilor şi a conductelor tehnologice.

Săruri. Cel mai frecvent folosit este carbonatul de sodiu, denumit şi sodă calcinată, care se prezintă sub forma unei pulberi albe, uşor solubilă în apă. Soluţiile de sodă calcinată sînt utilizate pentru dezinfectarea utilajelor şi a conductelor tehnologice.

Compuşi cu clor. Din această grupă este folosit ca dezinfectant un derivat al clorului, numit clorură de var, care este o pulbere albă cu miros de clor. Pentru dezinfectare se prepară o soluţie de concentraţie de 1—3%. Acţiunea dezinfectantă a clorurii de var se datoreşte clorului care se degajă şi este toxic pentru microorganisme.

Aldehida formică este dezinfectantul de bază în fabricile de spirt şi drojdie. Este cunoscută şi sub denumirea de formalină. Se prezintă ca un lichid incolor cu miros foarte înţepător. Formalina se livrează de obicei la o concentraţie de 37%, la care corespunde un conţinut de 40 g aldehidă formică la 100 ml soluţie.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru dezinfectarea utilajelor și a conductelor tehnologice se prepară soluții diluate (3—10%).

Acțiunea nocivă a formalinei constă în aceea că se combină direct cu proteina din protoplasmă, paralizînd astfel funcțiile celulei de microorganisme.

De obicei, în fabricile de spirt și drojdii se folosește acțiunea combinată a aburului și a formalinei.

După spălarea utilajelor tehnologice, acestea sînt stropite pe pereții interiori cu soluție de formalină, apoi se introduce aburul. Formalina fiind volatilă este antrenată de abur, putînd astfel să ia contact cu toate suprafețele.

Există și formalină în stare solidă (paraformaldehida), sub forma unor tablete care se poate sublima prin încălzire cu niște lămpi speciale. În acest mod se pot dezinfecta eficient sălile și utilajele tehnologice, fără consum de abur.

Un dezinfectant foarte eficient care a început să fie folosit de cîțiva ani îl constituie *compușii de amoniu cuaternari*. Aceștia au proprietatea de a pătrunde în cele mai fine fisuri din utilaje, conducte și pompe etc., în care distrug microorganismele.

Acești dezinfectanți nu sînt otrăvitori, nu produc arsuri și nu corodează utilajele. Se utilizează sub formă de soluții cu concentrație de 0,1%.

Antiseptici. La fabricarea spirtului, antisepticii sînt adăugați în plămezi de melasă, cereale, cartofi și în mediile de preparare a drojdiilor, pentru combaterea infecțiilor.

Antisepticii uzuali sînt: acidul sulfuric, formalina și pentaclorfenolatul de sodiu.

Acidul sulfuric se folosește îndeosebi la purificarea drojdiei comprimate în situațiile cînd, din anumite cauze, fabrica nu și-a putut prepara cultura de drojdie.

Formalina se folosește ca antiseptic mai mult la fabricarea spirtului din cereale și cartofi. Se adaugă în laptele de slad pentru distrugerea bacteriilor lactice și uneori, în același scop, în plămezile de cereale sau de cartofi.

Pentaclorfenolatul de sodiu este un antiseptic deosebit de eficient, fiind folosit în exclusivitate la fabricarea spirtului din melasă în cantitate de maximum 90 g/l tonă melasă.

4. ACIZI, BAZE ȘI SĂRURI FOLOSITE LA FABRICAREA SPIRTULUI ȘI A DROJDIEI COMPRIMATE

Acidul sulfuric se utilizează pentru neutralizarea melaselor și acidularea acestora, pînă la un *p*H optim activității drojdiilor.

În industria fermentativă, la fabricarea spirtului din melasă și cereale cît și la fabricarea drojdiei de panificație se folosește numai acidul sulfuric de contact care nu trebuie să conțină mai mult de 0,001% arsen.

Acidul sulfuric (H_2SO_4) este un lichid vîscos, incolor sau slab colorat, avînd o concentrație de 96—98%. Se dizolvă în apă în orice proporție, degajînd foarte multă căldură. Din cauza energiei reacției dintre acidul sulfuric și apă, nu trebuie să se toarne niciodată apă în acid sulfuric.

Pentru diluare, întotdeauna se toarnă acid sulfuric în apă, cîte puțin, amestecînd continuu.

Acidul sulfuric concentrat se transportă cu cisterne metalice. Acesta nu atacă fierul, deoarece la suprafața metalului se formează un strat subțire de sulfat de fier protector, insolubil în acid sulfuric concentrat.

Sulfatul de fier este însă solubilizat de acidul sulfuric diluat și astfel stratul protector dispare și fierul este atacat (corodat).

Din această cauză, acidul sulfuric nu se diluează în vase de fier, cele mai corespunzătoare fiind vasele din material antiacid sau din material plastic.

Deoarece manipularea acidului sulfuric (cu damigene sau vase deschise) poate duce la accidente grave, în fabricile de spirt și de drojdie se folosesc instalații de transport cu aer comprimat.

Hidroxidul de sodiu și permanganatul de potasiu sînt substanțe folosite în industria spirtului pentru tartarea chimică a spritului brut în scopul transformării sau fixării unor compuși care diminuează calitatea spirtului rafinat.

Hidroxidul de sodiu adăugat în cantități determinate neutralizează acizii, iar permanganatul de potasiu oxidează unele substanțe cum sînt aldehidele.

5. SUBSTANȚE PENTRU STIMULAREA ACTIVITĂȚII DROJDIILOR

Substanțele pentru stimularea multiplicării drojdiilor sînt folosite în cazul melasei deficitare în factori de creștere și în special în biotină. Pentru corectarea unor asemenea melase se folosesc radicelele de malț sau extractul de porumb, care conțin și biotină.

Radicelele de malț provin din operația de curățire a malțului de bere după uscare.

Acestea nu se folosesc ca atare. Mai întîi se prepară o infuzie care, fie că se introduce de la început în mediul de multiplicare, fie că se folosește în porțiuni pe toată durata multiplicării drojdiilor.

Extractul de porumb se obține în fabricile de amidon prin concentrarea apelor de înmuiere a porumbului. În aceste ape se găsesc o parte din substanțele solubile din interiorul bobului de porumb, care prin difuzie trec în soluție.

Extractul de porumb conține minimum 48% substanță uscată, 18—30% acid lactic și minimum 42% azot total, exprimat în proteine. Extractul de porumb nu trebuie să conțină metale grele și în special cupru care inhibă multiplicarea drojdiilor.

Din același motiv, nu trebuie să conțină mai mult de 0,2% bioxid de sulf.

B. UTILITĂȚI

Sub denumirea de utilități sînt cuprinse apa, aerul, aburul și energia electrică, necesare desfășurării procesului tehnologic.

1. APA

Una din condițiile cele mai importante pentru buna desfășurare a procesului tehnologic o constituie asigurarea fabricii cu necesarul de apă.

Apa industrială este de două feluri: apa tehnologică și apa de răcire.

Apa tehnologică participă direct la realizarea produsului finit, avînd de fapt rol de materie auxiliară.

Se folosește la diluarea melaselor, pentru formarea plămezilor, a mediilor pentru prepararea cuibului de drojdii, precum și la spălarea utilajelor și a conductelor tehnologice.

Scanned with OKEN Scanner

Condiția principală pe care trebuie s-o îndeplinească apa tehnologică este puritatea bacteriologică. Din acest punct de vedere, apa tehnologică, trebuie să aibă calitățile apei potabile, adică să nu conțină germeni patogeni.

Apa de răcire are ponderea cea mai mare din consumul de apă industrială la fabricarea spirtului. Nu are contact cu produsul și de aceea nu este necesar să îndeplinească condițiile de calitate ale apei potabile.

În schimb, apa de răcire trebuie să aibă temperatura și duritatea cît mai scăzute.

Acești doi factori contribuie în mare măsură la utilizarea eficientă a apei de răcire.

Cu cît o apă este mai puțin dură și are o temperatură mai scăzută, cu atît și consumul este mai redus. În cazul apelor cu duritate mare se depune un strat de piatră calcaroasă în interiorul țevilor și serpentinelor de răcire, care împiedică schimbul de căldură. În aceste situații se mărește atît durata de răcire cît și consumul de apă. Din această cauză, la fabricile care dispun de apă de răcire cu duritate mare este necesară, fie o dedurizare a apei, fie împiedicarea depunerii pietrei calcaroase.

În prezent, dedurizarea apei de răcire nu este economică, deoarece ar necesita instalații speciale foarte costisitoare în raport cu volumul de apă care ar trebui tratat.

Pentru împiedicarea depunerilor de piatră pe pereții serpentinelor și ai țevilor este uneori suficient să se adauge 5 g polifosfați la 1 m³ de apă de răcire.

Consumul de apă industrială este variabil de la întreprindere la întreprindere depinzînd de temperatura și duritatea apei, de starea instalațiilor de răcire, de procesul tehnologic și materia primă prelucrată.

2. AERUL

Aerul este folosit ca agent de transport și ca sursă de oxigen.

În întreprinderile de spirt și drojdie se folosește la transportul pneumatic al acidului sulfuric, iar în cele de prelucrare a cerealelor la transportul porumbului și al orzului.

Ca sursă de oxigen este folosit pentru stimularea activității drojdiilor la fabricarea spirtului din melasă, pentru asigurarea oxigenului necesar înmulțirii celulelor la fabricarea drojdiei și pentru aerarea sladului (orzului încolțit), la fabricarea spirtului din cereale.

Aerul este furnizat de către compresoare, ventilatoare suflante sau turbosuflante.

Aerul care se introduce în mediile de fermentare sau de multiplicare a drojdiilor trebuie să conțină cît mai puține microorganisme patogene.

Pentru aceasta, prizele de aer trebuie să fie montate la o înălțime de circa 20 m față de nivelul solului, iar aerul, înainte de a fi introdus în mediul de multiplicare a drojdiilor, trebuie să fie trecut prin filtre speciale.

3. ENERGIA ELECTRICĂ ȘI ABURUL

În general, fabricile de spirt sînt alimentate cu energie electrică din sistemul național.

Pentru acționarea motoarelor electrice se întrebuințează curentul electric la tensiunea de 380 V, iar pentru iluminat la tensiunea de 220 V.

În fabricile de spirt, aburul este produs sau în centralele termice proprii, sau este livrat de către cea mai apropiată centrală electrică.

Aburul se utilizează pentru sterilizarea melasei, a utilajelor și a conductelor tehnologice, la fierberea materiilor prime amidonoase, precum și la distilarea plămezilor fermentate și rafinarea spirtului brut.

Pentru folosirea rațională a aburului este necesar ca la fiecare consumator să fie montat cîte un debitmetru.

De asemenea, în vederea reducerii la minimum necesar a consumului, de energie termică toate conductele și aparatele care utilizează abur trebuie să fie izolate termic. Totodată, trebuie să se aplice măsurile cele mai eficiente pentru recuperarea căldurii și reintroducerii acesteia în circuitul tehnologic.

Capitolul XX

FABRICAREA SLADULUI

A. CONSIDERAȚII GENERALE

Amidonul nu poate fi transformat de către drojdii în alcool, așa cum se întîmplă cu dizaharidele, zaharoza și maltoza, care, deși nu sînt fermentescibile ca atare, totuși sînt transformate în cele din urmă în alcool, datorită faptului că drojdiile conțin enzimele specifice care le scindează în monozaharide fermentescibile.

Astfel, maltoza este scindată prin hidroliză în două molecule de glucoză sub acțiunea enzimei din drojdii numită maltază, iar zaharoza sub acțiunea altei enzime din drojdie numită invertaza sau sucraza. Drojdiile nu conțin însă enzima specifică numită amilaza sau diastaza, care hidrolizează amidonul pînă la maltoză.

Ca atare, această enzimă trebuie să fie adăugată din afară pentru realizarea procesului de scindare (de zaharificare) a amidonului.

Pentru a înțelege unele procese enzimatice care au loc la fabricarea spirtului din materii prime amidonoase, în cele ce urmează se prezintă cîteva noțiuni elementare despre enzime.

Enzimele sînt niște substanțe de natură proteică, secretate de către toate celulele vii, care produc transformări ale diferitelor substanțe organice din organismul animalelor, plantelor și microorganismelor.

Enzimele se caracterizează printr-o mare specificitate, adică aproape fiecare substanță organică (hidrați de carbon, grăsimi, proteine etc.) este descompusă sau sintetizată prin mijlocirea unei enzime specifice. Spre exemplu hidroliza maltozei în două molecule de glucoză este mijlocită de enzima specifică maltaza ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{maltaza}} 2C_6H_{12}O_6$).

Enzimele sînt distruse în mediu umed pînă la temperatura de 100°C, fapt de care se ține seamă în anumite faze ale procesului tehnologic la fabricarea spirtului din materii prime amidonoase.

Numărul enzimelor din natură este foarte mare și de aceea s-a făcut o clasificare a lor după modul specific de acțiune.

Astfel au fost numite *hidrolaze*, enzimele care fixează componentele apei la moleculele rezultate prin scindare. În aceste categorii intră enzima diastaza,

Scanned with OKEN Scanner

care se mai numește științific amilaza, precum și maltaza, invertaza etc., care acționează asupra amidonului și a dizaharidelor.

Pe lîngă aceste enzime, tot din grupa hidrolazelor fac parte enzimele numite proteaze. Aceste enzime produc solubilizarea (scindarea) proteinelor.

De asemenea în grupa hidrolazelor sînt cuprinse enzimele numite lipaze, care acționează asupra grăsimilor animale și vegetale.

Alte grupuri de enzime sînt *oxidaze*, care produc ruperi de moleculă între atomii de carbon etc.

S-a arătat mai sus că amidonul poate fi scindat pînă la maltoză de către enzima numită diastază sau amilază.

În industria spirtului, pentru zaharificarea amidonului din cereale sau cartofi se folosește amilaza.

Amilaza este foarte răspîndită atît în regnul animal cît și în cel vegetal. În regnul animal se găsește în salivă și în sucul intestinal secretat de pancreas.

În regnul vegetal se găsesc în semințele cerealelor negerminate, dar în stare și mai activă în semințele germinate.

De asemenea, amilaza se găsește în bacterii și mucegaiuri. Industria spirtului folosește amilaza din semințele de cereale germinate, iar în ultimii ani și în țara noastră s-a introdus și urmează să se extindă procedeul de zaharificare cu amilaza din mucegaiuri.

Pentru a fi folosită la fabricarea spirtului, amilaza nu se extrage sub formă de preparat din sămînța germinată, ci acesta se întrebuințează ca atare.

La fabricarea spirtului din materii prime amidonoase, pentru obținerea materialului diastatic se folosesc semințele germinate (în anumite condiții) de orz și mai rar de secară, porumb, ovăz, mei și grîu.

Germinarea semințelor se face în mod artificial — în afară din sol — în asemenea condiții încît să se poată obține un material diastatic cît mai activ.

Materialul de semințe germinate în aceste condiții și utilizate în scop industrial se numește slad sau malț.

Denumirea uzuală la fabricarea spirtului este cea de slad, iar cea de malț la fabricarea berii, malțul fiind sladul uscat în instalații speciale.

B. SCHEMA TEHNOLOGICĂ A FABRICĂRII SLADULUI

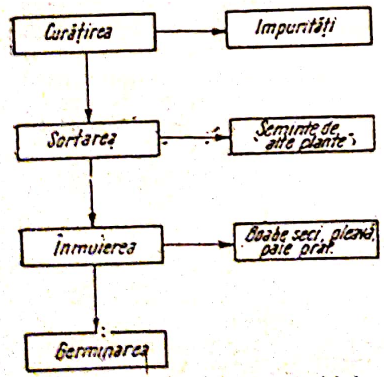


Fig. 125. Schema tehnologică de fabricare a sladului.

În figura 125 este prezentată schema tehnologică a fabricării sladului din orz.

La fabricarea sladului se disting patru faze principale:

— curățirea orzului pentru introducerea în fabricație, care constă dintr-o serie de operații executate mecanic pentru îndepărtarea impurităților (praf, pleavă, corpuri metalice, paie, nisip etc.);

— sortarea orzului, care are ca scop separarea boabelor după mărime pentru desfășurarea în bune condiții a înmuierii și germinării boabelor;

— înmuierea orzului prin care se realizează îmbibarea acestuia cu apă

pînă la un conținut de 42—45%, condiție în care se pot desfășura procesele vitale ale bobului;

— germinarea orzului în anumite condiții de temperatură și umiditate, în scopul formării enzimelor necesare transformării amidonului în zaharuri fermentesicibile.

1. CURĂȚIREA ORZULUI

Ca și celelalte cereale, orzul conține: pămînt, pietriș, nisip, praf, paie, fragmente de tegumente, semințe străine, boabe seci, fragmente de boabe, uneori anumite corpuri metalice etc.

Îndepărtarea acestor impurități din orzul destinat fabricării sladului se realizează prin mijloace mecanice și prin spălare. Spălarea orzului este prima fază din procesul de înmuiere, operație care se va descrie la capitolul respectiv.

Curățirea mecanică a orzului începe prin separarea impurităților metalice care trebuie eliminate de la început pentru a nu cauza defecțiuni utilajelor de manipulare și transport.

În acest scop se utilizează separatorul magnetic prezentat în figura 126.

Orzul se introduce prin pîlnia *1* a separatorului magnetic. În scurgerea sa pe planul înclinat al separatorului într-un strat care poate fi reglat prin șuberul *2*, orzul trece peste polii magnetului *3*, care reține impuritățile metalice (cuie, sîrme, piulițe, șuruburi etc.).

Mai perfecționat decît aparatul descris mai sus este separatorul electromagnetic.

A doua fază de curățire a orzului se realizează cu ajutorul separatorului cu site plane care mai este denumit și tarar aspirator. În figura 127 este prezentat schematic un separator cu site plane al cărui mod de funcționare este următorul:

Orzul se introduce prin pîlnia de alimentare *1*. Înainte de a ajunge pe sita *3*, întîlnește un curent de aer ascendent (produs de un ventilator) care antrenează pleavă, praf și în general toate corpurile străine mai ușoare decît bobul de orz. Aerul cu aceste corpuri străine pătrunde în niște camere de destindere, unde din cauza schimbării de secțiune își micșorează viteza, schim-

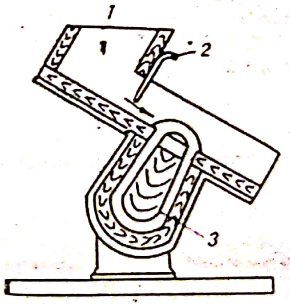


Fig. 126. Separator magnetic.

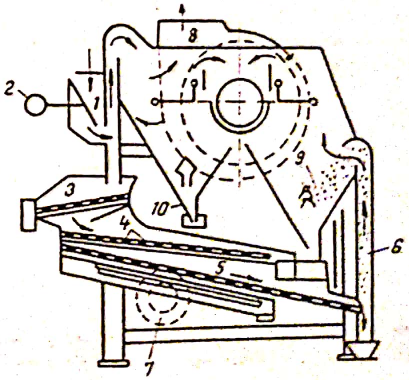


Fig. 127. Separator cu site plane.

Scanned with OKEN Scanner

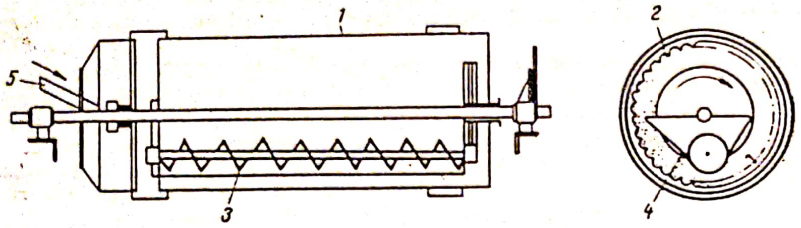


Fig. 128. Trior pentru orz.

bîndu-şi brusc direcţia. Astfel, corpurile străine care au fost antrenate se depun în partea inferioară a camerei de destindere.

Orzul cade pe sita *3*, care are ochiuri mai mari decît boabele de orz. Astfel, pe sită, sînt reţinute corpurile străine cu dimensiuni mai mari care se elimină din aparat. Boabele de orz care trec prin această sită cad pe sita *4*, care reţine impurităţile mai mari decît bobul de orz, ce au trecut prin sita *3*.

De pe sita *4*, boabele de orz împreună cu impurităţile care au dimensiuni mai mici decît bobul cad pe sita *5*. Prin aceasta trec impurităţile mici care sînt eliminate din aparat pe la partea inferioară. Boabele de orz, înainte de a părăsi separatorul, cad de pe sita *5* într-o zonă a aparatului, unde întîlnesc un curent de aer ascendent ce separă praful care a mai rămas după trecerea prin separator.

Prima sită a separatorului (*3*) are găuri cu diametru de 10—12 mm, a doua sită (*4*) cu 4—5 mm şi a treia, 1,5—2 mm.

Ultima operaţie în procesul de curăţire mecanică este aceea de îndepărtare din orz a boabelor sparte şi a boabelor de seminţe străine care au formă rotundă. Aceasta se realizează cu ajutorul triorului prezentat în figura 128.

Triorul constă dintr-un cilindru de tablă de fier *1*. Pe suprafaţa interioară a cilindrului sînt presate sau mandrinate nişte alveole *2*, concepute într-o formă şi mărime încît să reţină numai spărturile de bob şi boabele rotunde de alte seminţe. În interiorul tamburului se află transportorul elicoidal *3*, sub care este montat jgheabul *4*. Orzul se introduce prin gura de alimentare *5*, de unde pătrunde în tambur care se roteşte cu o viteză redusă. Spărturile de boabe şi seminţele rotunde de alte boabe pătrund în alveolele cilindrului. Cînd ajung la o anumită înălţime şi unghi de înclinaţie, cad din alveolă în jgheab, din care transportorul elicoidal le evacuează continuu, în tambur rămînînd orzul curăţat (triorat).

Avînd în vedere mărimea şi forma diferită a bobului, trioarele se construiesc de la început cu destinaţie specială pentru o anumită cereală.

2. SORTAREA ORZULUI

Sortarea este operaţia de separare a boabelor după mărime. Este deosebit de important ca boabele de orz să fie de mărime uniformă, deoarece în aceste condiţii atît înmuierea cît şi germinarea lor se desfăşoară uniform. În cazul amestecului de boabe, de diferite mărimi, îmbibarea cu apă a acestuia este neuniformă. Astfel, în timp ce boabele mici au un exces de apă, cele mari nu ajung la optimum de umiditate.

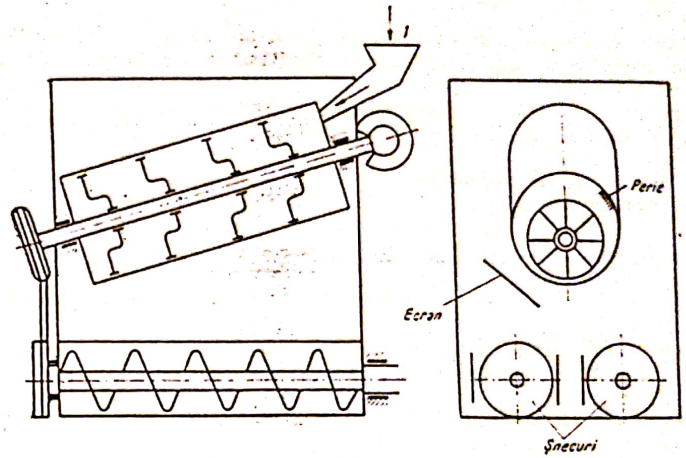


Fig. 129. Sortator pentru orz.

Ca urmare, şi procesul de încolţire a boabelor este mai accelerat sau mai încetinit.

Sortarea se realizează cu ajutorul unor cilindri perforaţi (tobe de sortare) sau site plane.

Maşina de sortat este prezentată schematic în figura 129.

Orzul este introdus prin gura de alimentare *1*; cilindrul fiind înclinat, boabele alunecă. Prin rotirea cilindrului perforat, boabele sînt aduse în dreptul orificiilor. În jumătatea superioară a cilindrului, boabele mici trec prin orificii care au 2,2 mm, iar prin a doua jumătate cu orificii de 2,5 mm trec boabele mijlocii. Boabele mari care n-au trecut prin orificiile tamburului sînt colectate la capătul inferior al acestuia.

Boabele sortate pe diferite mărimi sînt colectate şi depozitate separat, cu ajutorul unor transportoare cu şnec amplasate sub tambur. Zonele în care aceste transportoare nu trebuie să primească boabe sînt acoperite.

Fabricile de spirt din cereale şi cartofi sînt aprovizionate de la fabricile de bere în cea mai mare parte cu orz de calitatea a III-a şi a IV-a. Acest orz cu boabe mici şi deci conţinut ridicat de proteină rezultă din operaţia de sortare a orzului şi orzoaicei la fabricile de bere, care reţin pentru fabricarea malţului numai orzul cu boabe mari.

3. ÎNMUIEREA ORZULUI

Consideraţii teoretice

Rolul umidităţii bobului de orz. La un conţinut de 12—14% apă, care este apa aşa-numită legată (de către substanţele proteice şi de către amidon), respiraţia şi celelalte procese vitale care au loc în bobul de orz se desfăşoară cu o intensitate redusă. Această stare a bobului se numeşte starea de viaţă latentă.

Scanned with OKEN Scanner

De îndată ce umiditatea bobului creşte, adică apare un plus de apă liberă, procesele vitale şi respiraţia se intensifică, adică bobul de orz trece în starea de viaţă activă.

În procesul de înmuiere se urmăreşte ca să se îmbibe bobul uscat (cu 12—14% umiditate) cu cantitatea de apă necesară care să permită declanşarea şi întreţinerea stării de viaţă activă în care se dezvoltă enzimele.

Gradul optim de îmbibare cu apă este variabil de la cereală la cereală. Astfel, la orz, umiditatea optimă a bobului după înmuiere este de 42—44%, a secarei de 38—40%, a meiului de 40—42%, iar a ovăzului de 37—39%.

Durata de înmuiere a bobului. Este influenţată de mărimea bobului, de temperatură şi de compoziţia chimică a apei.

Mărimea bobului de orz are influenţă asupra duratei de înmuiere, în sensul că boabele mai mici se îmbibă mai repede cu apă decît cele mari. Spre exemplu, într-un amestec de proporţii egale de boabe mici cu dimensiuni de 2,2—2,5 mm şi boabe mari cu dimensiuni de 2,8 mm, care trebuie să aibă în final 41% umiditate, boabele mari ajung la această umiditate cu circa 25 de ore mai tîrziu.

Temperatura apei de înmuiere are cea mai mare influenţă asupra duratei de înmuiere. Astfel, cînd temperatura apei de înmuiere este de 20°C, viteza de înmuiere este de două ori mai mare decît în cazul folosirii apei de 10°C. De aceea, în timpul iernii, pentru realizarea unei durate normale de înmuiere apa trebuie să fie încălzită.

Compoziţia chimică a apei are de asemenea influenţă asupra procesului de înmuiere. Este cunoscut faptul că apele cu conţinut ridicat de carbonaţi de calciu, deci cu alcalinitate mare, contribuie la reducerea duratei de înmuiere a bobului. Aceasta se explică prin faptul că apa alcalină extrage taninul din coaja bobului, care astfel devine mai permeabilă. Bicarbonaţii de calciu şi sulfatul de calciu (gipsul) acţionează în sens opus, deoarece extrag mult mai puţin tanin din coaja bobului care se îmbibă mai greu cu apă, mărindu-se astfel durata de înmuiere.

Rolul oxigenului în timpul înmuierii. La descrierea rolului umidităţii bobului de orz s-a arătat că prin creşterea conţinutului de apă se intensifică procesul de respiraţie. Acest proces biologic al bobului se caracterizează prin absorbţie de oxigen şi degajare de bioxid de carbon. Astfel, 1 kg de boabe de orz puse la înmuiat degajă după o oră 86 mg bioxid de carbon, absorbind în acelaşi timp 63 mg oxigen. În primele minute de înmuiere, bobul îşi procură oxigenul din apă (oxigenul dizolvat). După circa 15—20 min, orzul consumă tot oxigenul din apă. Dacă nu se asigură oxigen din altă sursă (din aer), boabele respiră intramolecular, adică în celulele boabelor începe un proces fermentativ (asemănător cu fermentaţia alcoolică), din care rezultă alcool şi bioxid de carbon. În această situaţie, boabele rezistă puţin timp, fiind asfixiate. Pentru a se evita această situaţie, după cum se va vedea la descrierea modului de lucru la înmuiere, se procedează pe de o parte la insuflarea de aer în masa de orz-apă, la intervale stabilite, iar pe de altă parte la alternarea perioadelor de şedere a boabelor cu apă şi fără apă. Cît timp boabele sînt fără apă, au contact cu aerul care pătrunde în masă, putînd astfel să-şi procure oxigenul necesar procesului de respiraţie.

Rolul substanţelor antiseptice. În apa care înmoaie boabele există substanţe organice şi minerale extrase din coaja bobului şi din masa lui, care sînt un mediu prielnic pentru dezvoltarea microorganismelor. Sînt microorganisme care se dezvoltă în lipsă de oxigen (anaerobe) şi altele care se dezvoltă în prezenţa oxigenului (aerobe). Dacă aceste microorganisme nu sînt combătute

de la începutul procesului de înmuiere, ele pot infecta puternic masa de boabe, care în asemenea situaţii are un miros particular de mucegăit sau de esteri.

Combaterea microorganismelor se realizează cu ajutorul substanţelor antiseptice. Mai des sînt folosiţi hidroxidul de calciu (laptele de var), formolul şi acidul sulfuric.

Antisepticul se adaugă după prima apă de spălare. Astfel, pentru 100 l de apă se folosesc 100 ml formol sau 100—150 g acid sulfuric sau laptele de var provenit din stingerea a 200 g var.

Utilaje folosite pentru înmuierea orzului

În figura 130 este prezentată o instalaţie pentru înmuierea orzului. Aceasta este formată din înmuietorul *1*, rezervorul de încărcare *2*, separatorul de praf *3*, compresorul de aer *4*.

Înmuietoarele se construiesc din tablă de fier; sînt cilindrice, terminate cu un con care are o înclinare de 45 grade.

Dimensiunile înmuietorului sînt diferite, în raport cu capacitatea fabricii. Pentru dimensionarea capacităţii înmuietorului se calculează circa 3 hl volum de înmuietor pentru 100 kg orz.

Înmuietorul este înzestrat cu o conductă de aer *5*, prin care se introduce aerul din compresorul *4*, în serpentinele perforate *6*, care sînt amplasate în partea conică. Prin aceste serpentine se insuflă aerul care serveşte la aerisirea boabelor (eliminarea bioxidului de carbon). Tot din conducta de aer *5*, o ramificaţie pătrunde la baza tubului *8*, care are diametrul de 150—200 mm.

Rolul acestui tub este de a realiza o spălare energică a boabelor de orz. Prin introducerea concomitentă a aerului şi a apei la baza lui se antrenează şi orzul, formîndu-se un amestec de apă-aer-orz. Acest amestec are greutate specifică mai mică decît amestecul de apă-orz. Astfel, se formează un curent ascendent, care la partea superioară a tubului este proiectat pe un dispozitiv, amestecul de apă-orz-apă fiind introdus în înmuietor pe la partea superioară.

Apa se introduce prin conducta *7*. Înmuietorul este prevăzut cu prinzătorul de boabe seci *9*, care sînt reţinute pe sita acestuia, apa de spălare fiind evacuată la canal prin conducta de la partea inferioară.

În vîrful părţii conice, în interior, înmuietorul *1* este prevăzut cu o sită *10*, care atunci cînd se evacuează apele de înmuiere prin conducta *11* împiedică şi ieşirea boabelor.

Golirea conţinutului înmuietorului (orz şi apă) se face prin deschiderea ventilului *12*.

Înmuietoarele sînt plasate deasupra slădăriei, astfel că orzul împreună cu apa ajung în compartimentele sau pe ariile de germinare prin cădere liberă.

Conducerea procesului de înmuiere

Orzul curăţat şi apoi cîntărit este transportat în rezervorul de umplere, montat deasupra înmuietorului.

Înainte de începerea unui nou ciclu de înmuiere, înmuietorul trebuie să fie spălat şi dezinfectat. Dezinfectarea se efectuează cu o soluţie de 10% clorură de var, cu care se stropeşte la interior înmuietorul. După 15—20 min, vasul se clăteşte, fiind astfel pregătit pentru începerea unui nou ciclu.

Scanned with OKEN Scanner

Din rezervorul de umplere, orzul este trecut prin cădere liberă în înmuietor, în care s-a introdus dinainte circa 50% din cantitatea de apă necesară. După introducerea orzului, se pune în funcțiune compresorul de aer și se introduce aer în serpentinele de aerisire.

În același timp se deschide și ventilul pentru admiterea în continuare a apei în înmuietor.

Prin curgerea continuă a apei și barbotarea cu aer a conținutului înmuietorului se realizează o spălare a boabelor de orz, ca rezultat al frecării între ele.

Astfel se îndepărtează praful aderent pe coaja bobului, impuritățile ușoare (pleavă, paie) și boabele de orz seci.

Acestea se elimină împreună cu apa prin preaplin și sînt reținute pe sita prinzătorului de boabe seci.

Spălarea durează circa 2 ore, pînă cînd apa care curge pe la preaplin este relativ curată. La fabricile care nu dispun de instalații de curățire, orzul este introdus în producție cu mai multe impurități, astfel că necesită o durată mai mare de spălare.

După spălare se trece la dezinfectarea orzului, în care scop pentru fiecare hectolitru de apă din înmuietor (se calculează 1,7 l apă pentru 1 kg orz) se adaugă cantitatea de antiseptic calculată.

Spre exemplu, pentru dezinfectarea a 6 000 kg orz, care se găsesc în 10 200 l apă, se adaugă una din următoarele cantități de antiseptic: 10 l formalină sau 10—15 kg acid sulfuric sau laptele de var provenit din stingerea a circa 20 kg var.

După ce soluția de antiseptic este bine omogenizată, pentru dispersarea uniformă în masa de orz-apă, conținutul înmuietorului se lasă în repaus circa 2 ore. În acest interval, în fiecare oră se introduce aer timp de 10—15 min prin serpentinele de aerisire, pentru a asigura cantitatea de oxigen necesar procesului de respirație al boabelor.

După spălarea și dezinfectarea orzului, durata de înmuiere a acestuia este de 36 sau 24 de ore. În ultimii ani s-a renunțat la duratele de 48 și 72 de ore care duc la reducerea însemnată a capacității instalației de înmuiere și chiar la scăderea activității enzimatice a orzului.

La o durată de 36 de ore se disting 6 intervale a 6 ore, în care perioadele de ședere a orzului în apă alternează cu cele fără apă. Astfel, în primele 6 ore orzul stă cu apă, iar în următoarele 6 ore fără apă; urmează apoi altă perioadă de ședere cu apă, continuîndu-se astfel pînă la epuizarea celor 36 de ore. Se disting deci 3 intervale a 6 ore, în care orzul stă cu apă, și alte 3 intervale a 6 ore, în care orzul stă fără apă.

Procedeul de înmuiere a orzului într-o perioadă de 24 de ore se bazează pe folosirea unei ape de înmuiere cu temperatura de 22—25°C. La această temperatură a apei, înmuierea este accelerată, după 24 de ore obținîndu-se același rezultat ca și în cazul procedeului de 36 de ore, la care se folosește apa de conductă sau din puțuri cu temperatură de 14—16°C.

În cazul înmuierii de 24 de ore sînt 4 intervale a 6 ore. În primul și al treilea interval, orzul se ține cu apă, iar în al doilea și al patrulea fără apă.

Este foarte important să se rețină că în timpul înmuierii umede (cu apă) și chiar în timpul înmuierii uscate (fără apă), în fiecare oră masa de orz-apă trebuie să fie aerată circa 10 min, pentru a asigura oxigenul necesar respirației boabelor, și deci pentru a preveni asfixierea acestora.

În cazul unor loturi de orz care conțin un procent mare de impurități, în ultima apă de înmuiere se adaugă 0,15% formalină, pentru combaterea infecțiilor cu bacterii și mucegaiuri.

Terminarea procesului de înmuiere al boabelor se apreciază după anumite caracteristici exterioare. Astfel, la comprimarea bobului între degete, acestea trebuie să se turtească, fără a opune rezistență mare. De asemenea, conținutul bobului nu trebuie să fie lăptos, iar coaja trebuie să se separe ușor cînd bobul este apăsat la cele două capete pe axul longitudinal.

O altă posibilitate de apreciere a înmuierii este așa-numita probă a cretei. Boabele corect înmuiate, dacă sînt secționate transversal, trebuie să prezinte la mijloc un punct alb. Prin frecarea suprafeței secțiunii bobului, pe o suprafață de culoare închisă trebuie să rămînă o dungă albă ca de cretă.

Prin înmuiere, masa de boabe crește în greutate cu circa 45%, iar volumul boabelor cu circa 30%, umiditatea finală a orzului fiind de 42—45%.

Dacă ultimul interval de înmuiere este fără apă, pentru trecerea orzului la germinare se introduce apă în înmuietor, după care se deschide ventilul conductei de golire. Apa antrenează orzul, care este reținut pe sita primului compartiment de germinare.

4. GERMINAREA

Considerații teoretice

Germinarea este operația de bază din procesul de fabricare a sladului prin care se urmărește dezvoltarea în bob a complexului de enzime necesar pentru hidroliza hidraților de carbon (zaharificarea amidonului) și a substanțelor proteice din materia primă.

În capitolul precedent s-a arătat că prin înmuiere se realizează umiditatea optimă a boabelor de orz (42—45%) pentru trecerea lor de la stadiul de viață latentă la stadiul de viață activă.

În timpul germinării, stadiul de viață activă a boabelor este întreținut prin menținerea anumitor condiții (temperatură și umiditate optimă).

În prezența umidității ridicate, procesele active ale bobului se intensifică considerabil.

Caracteristic stării de viață activă a bobului este și activitatea enzimatică, în urma căreia hidrații de carbon, substanțele proteice, celuloza și grăsimile sînt transformate de enzimele specifice în substanțe mai simple (cu molecula mai mică), care constituie hrana pentru embrion.

După 2—3 zile, încep să apară rădăcinile și apoi tulpinița.

Rădăcinile proaspăt ieșite se numesc radicele, iar tulpina (frunzulița) se numește plumulă (fig. 131).

Fig. 131. Bobul de orz germinat.

După cum se va vedea la descrierea modului de conducere a germinării, felul în care se prezintă radicelele și plumula în timpul germinării este o indicație asupra modului cum se conduce germinarea.

Scopul principal este însă dezvoltarea în bobul de orz a diastazei (amilazei).

Din activitatea practică se cunoaște că un orz cu capacitatea de germinare peste 90% care este înmuiat corect și germinat la temperatura și umiditatea optimă, conține maximum de diastază.

Scanned with OKEN Scanner

Factorii externi care influenţează germinaţia boabelor sînt lumina, temperatura, umiditatea şi oxigenul din aer.

Prin germinarea orzului la lumină se obţine un slad cu putere diastazică mai redusă decît orzul germinat la întuneric.

Din aceste considerente, slădăriile se construiesc fără ferestre sau geamurile acestora sînt vopsite cu o culoare bleumarin.

În timpul germinării, prin procesul de respiraţie se degajă o cantitate mare se căldură, care încălzeşte masa de boabe.

Temperatura optimă de germinare este de 15—18°C. Surplusul de căldură trebuie să fie eliminat, deoarece la o temperatură mai mare de 18°C se intensifică procesul de respiraţie, care are la bază transformarea zahărului în bioxid de carbon şi apă cu degajare de căldură, conform reacţiei:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 677 \text{ cal}$$

Totodată, la o temperatură mai ridicată decît cea optimă, pe lîngă creşterea pierderilor de amidon prin procesul de respiraţie se obţine un slad cu putere diastazică redusă.

Un alt factor important este umiditatea boabelor în timpul germinării. Umiditatea optimă este de 42—45%. Excesul de umiditate împiedică germinarea şi poate provoca chiar moartea embrionului.

Pe lîngă temperatură şi umiditate, oxigenul este cel de-al treilea factor care influenţează hotărîtor germinarea boabelor.

Ca şi în cazul înmuierii, în timpul germinării boabele de orz trebuie să aibă la dispoziţie oxigenul necesar în procesul de respiraţie. Acesta se asigură prin introducerea periodică în masa de orz — cu ajutorul ventilatoarelor — a aerului condiţionat (umezit şi răcit). Prin această operaţie, pe lîngă asigurarea oxigenului se realizează răcirea şi aerisirea masei de orz, din care se elimină bioxidul de carbon rezultat din procesul de respiraţie a boabelor.

Instalaţii şi utilaje pentru fabricarea sladului

Pentru germinarea orzului se folosesc arii de germinare şi slădării pneumatice.

Slădăriile cu arii de germinare. Acesta este tipul cel mai vechi de slădărie, care din cauza dezavantajelor pe care le prezintă, în prezent nu se mai folosesc.

Slădăriile pneumatice. Preocupările pentru reducerea spaţiului de germinare, pentru economie de forţă de muncă şi crearea unor condiţii optime de desfăşurare a procesului indiferent de anotimp au condus la realizarea slădăriilor pneumatice.

În raport cu gradul de tehnicitate, slădăriile pneumatice sînt de trei tipuri:

— slădării pneumatice cu compartimente deschise cu lopătare manuală sau mecanizată a sladului;

— slădării pneumatice cu compartimente independente şi cu întcarcere mecanică a sladului;

— slădării cu tobe.

Slădăria cu compartimente deschise prezentată în figura 132 constă dintr-o sală de germinare în care sînt construite un număr de compartimente egal cu numărul de zile de germinare. La fabricile de spirt se construiesc 10—11 compartimente. Acestea sînt de formă dreptunghiulară, executate din ziduri

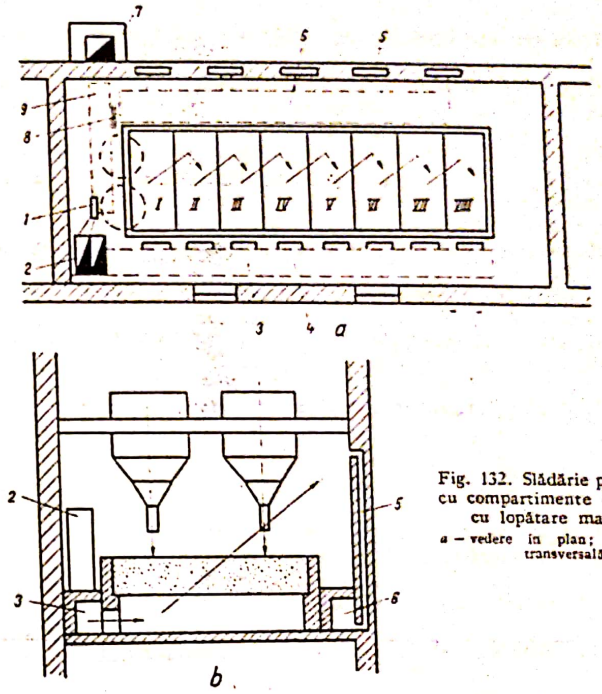


Fig. 132. Slădărie pneumatică cu compartimente deschise şi cu lopătare manuală:
a — vedere în plan; *b* — secţiune transversală.

de cărămidă sau din beton, cu fund de sită (tablă zincată perforată), sub care există un spaţiu liber pentru introducerea aerului. Pereţii despărţitori dintre compartimente au înălţimea de 1—1,2 m.

Principiul de funcţionare a slădăriei este următorul: din inmuietor, orzul este trecut în compartimentul *I* şi în fiecare zi se transferă manual în compartimentul următor, pînă în a 10-a zi de germinare cînd sladul poate fi folosit.

Aerul necesar procesului de germinare este aspirat de ventilatorul *1*, trece prin camera de condiţionare *2*, în care după anotimp este încălzit sau răcit cu apă (caldă sau rece) şi totodată umidificat. Apoi intră în canalul de distribuţie *3* şi, prin deschiderile *4*, în spaţiul de sub sita compartimentului. Aceste deschideri sînt prevăzute cu o clapetă sau un şuber pentru reglarea debitului.

În continuare, aerul străbate stratul de slad ieşind în încăpere. O parte din acest aer este recirculat, fiind absorbit de ventilator prin canalul *5* al peretelui, care are comunicaţie cu canalul *6*. Ventilatorul preia o parte din acest aer prin priza *8*, iar aerul proaspăt prin priza *7*.

Aerul proaspăt şi cel uzat se amestecă în canalul *9* şi apoi este trecut în circuit de ventilator.

Trecerea orzului dintr-un compartiment în altul se face cu lopata şi, din aceste considerente, pereţii despărţitori dintre compartimente se execută din panouri de tablă sau de lemn care se demontează uşor.

Scanned with OKEN Scanner

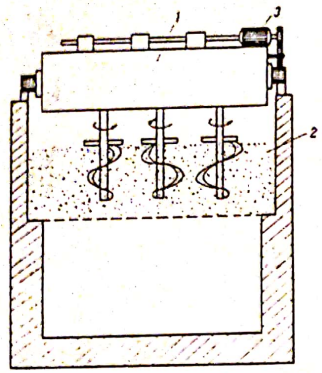


Fig. 133. Compartiment de germinare cu întorcător mecanic.

Este de reţinut şi faptul că, pe măsură ce procesul de germinare progresează, volumul sladului creşte.

Dacă se pune condiţia de a se menţine o înălţime constantă a stratului de slad în fiecare compartiment, atunci suprafaţa sitelor de la compartiment la compartiment nu poate să fie egală. Aceasta trebuie să crească pe măsură ce procesul de încolţire a orzului progresează. Mărirea volumului sladului are loc în primele 5—6 zile de germinare, după care practic se menţine constant.

Pe 1 m² suprafaţă de sită, la acest tip de slădărie se pot prelucra 180—200 kg orz. Înălţimea finală a stratului de slad este de 0,6—0,7 m.

Acest tip de slădărie prezintă dezavantajul că necesită forţă de muncă pentru manipularea sladului.

Slădăria cu întoarcere mecanică a sladului elimină acest dezavantaj. În figura 133 este reprezentat în secţiune transversală un compartiment de germinare cu întoarcere mecanică.

Pe pereţii longitudinali ai slădăriei se fixează o coroană dinţată. Pe aceasta se deplasează un pod rulant *1*. Acesta susţine întorcătoarele elicoidale *2*, care sînt puse în mişcare de electromotorul *3*.

Întorcătoarele elicoidale se rotesc în sens opus unul faţă de celălalt, realizînd o întoarcere a sladului prin aducerea la suprafaţă a straturilor inferioare. Viteza de deplasare a podului rulant cu întorcătoare este de 0,4—0,6 m/min.

Şi la slădăriile mecanizate deschise, numărul compartimentelor este identic cu numărul zilelor de germinare. Trecerea sladului dintr-un compartiment în altul se face manual.

Slădării cu compartimente independente şi lopătare mecanică. Aceste slădării constau din compartimente numite şi boxe de germinare, care sînt complet închise, adică fiecare compartiment este o încăpere separată.

Din prima şi pînă în ultima zi, germinarea orzului se face în aceeaşi boxă.

Slădăriile cu compartimente deschise şi cameră de condiţionare a aerului comună prezintă dezavantajul că reglarea procesului de germinare se face cu un aer avînd aceiaşi parametri pentru toate compartimentele.

La slădăriile cu compartimente independente, acest inconvenient poate fi eliminat prin instalaţii individuale de condiţionare a aerului, astfel că temperatura şi umiditatea acestuia pot fi reglate în raport cu necesitatea fiecărui compartiment.

Conducera procesului de germinare

Indiferent de tipul instalaţiei de germinare, pentru realizarea unui slad de calitate corespunzătoare trebuie să se respecte anumite reguli tehnologice.

Astfel, la descărcarea orzului din înmuietor în primul compartiment de germinare, acesta trebuie lăsat în grămadă pînă la atingerea temperaturii de 16—18°C, la care se declanşează procesul de germinare.

În practică, iarna, această temperatură se atinge după circa 24 de ore.

Orzul este apoi întins într-un strat de grosime uniformă pe toată suprafaţa sitei.

Intervalul optim de temperatură din timpul germinării este de 15—18°C. Temperatura straturilor de slad din compartimente trebuie să fie controlată în permanenţă pentru a fi menţinută în aceste limite.

Cînd temperatura depăşeşte limita maximă de 18°C, nu este indicat ca răcirea sladului să se facă prin stropire cu apă, deoarece, după cum s-a arătat anterior, excedentul de apă accelerează procesele de respiraţie, prin aceasta mărindu-se pierderile de amidon, în timp ce puterea diastazică a sladului scade.

Răcirea sladului se realizează cu ajutorul instalaţiei de condiţionare a aerului sau prin lopătare.

Concomitent cu răcirea prin lopătare se realizează şi aerisirea masei de slad, îndepărtîndu-se astfel bioxidul de carbon format şi totodată asigurîndu-se oxigenul necesar procesului de respiraţie. De asemenea se previne împîslirea sladului (încîlcirea radicelelor), care are drept urmare formarea de bulgări (cocoloaşe) de slad.

Lopătarea sladului din fiecare compartiment trebuie să se efectueze de cel puţin două ori în 24 de ore. Atunci cînd stratul de slad este mai gros, este necesar ca această operaţie să se execute o dată la 8 ore.

O lopătare corect efectuată constă din inversarea poziţiei între straturile superioare şi cele inferioare de slad.

Întrucît atît în timpul germinării cît şi prin întoarcere sladul pierde din umiditate prin evaporare, aceasta trebuie să fie compensată prin stropirea cu apă. În cazul unui orz cu boabe uniforme şi cu capacitate mare de germinare, care a fost corect înmuiat, stropirea este necesară începînd din a 6-a zi de germinare.

Explicaţia constă în faptul că prin procesul de respiraţie rezultă apă, care înlocuieşte apa pierdută prin evaporare. Începînd din a 6-a zi, cînd proporţia de apă ce se produce prin respiraţie scade, este necesară stropirea sladului.

Un criteriu de orientare pentru a şti cînd trebuie să se intervină cu stropirea este cel al condensului de pe tavanul slădăriei. De îndată ce picăturile de pe tavan se împuţinează, este necesară stropirea sladului.

Stropirea se efectuează cu un pulverizator special sau cu o stropitcare specială cu puţin timp (maximum 2 ore) înainte de lopătarea sau întoarcerea mecanică a sladului. Trebuie să folosească numai atîta apă cîtă este necesară pentru menţinerea prospeţimii radicelelor.

Uneori trebuie să se intervină cu stropirea şi mai devreme, chiar din prima zi, şi anume cînd orzul nu a fost sortat şi este alcătuit dintr-un amestec de boabe mari şi mici. În acest caz, spre a nu se suprasatura cu apă boabele mici, înmuierea se conduce pînă la optimum de activitate al acestora.

Plusul de apă necesar boabelor mari se asigură prin stropirea pe arie sau pe sită chiar din prima zi.

La scurt timp, după începerea procesului de germinare, apar radicele care se multiplică. Simultan are loc şi dezvoltarea plumulei, care mai întîi creşte sub coajă, iar după circa 5—6 zile atinge lungimea bobului. Acesta este sladul numit scurt, care nu a ajuns la capacitatea diastazică maximă. Sladul scurt se foloseşte în industria berii.

Cel mai indicat pentru fabricarea spirtului este sladul lung, care are plumula de 1—1,5 cm. Acest slad se obţine după o durată de germinare de 8—10 zile şi are putere diastazică (amilolitică) maximă.

Este necesar să se reţină că termenul de slad scurt şi slad lung nu se referă în fond la lungimea plumulei, ci la durata de germinare.

Scanned with OKEN Scanner

Lungimea plumulei nu este o dovadă a conținutului în diastază, ci numai o indicație asupra modului în care a fost condusă germinarea.

Plumulele verzi și lungi sînt o dovadă că creșterea sladului a fost forțată prin temperatură și umiditate ridicate și, din această cauză, acest slad nu are o putere diastazică normală. În această situație, radicelele nu sînt elastice și ondulate, ci alungite, subțiri și moi.

Un slad bun, după 8, maximum 10 zile de germinare, are un miros proaspăt de castravete verde, este lipsit de bulgări și mucegai. Plumulele trebuie să fie scurte, suculente și viguroase, iar radicelele proaspete și buclate.

Din cele de mai sus rezultă că principalii factori care se controlează în timpul germinării sînt:

— temperatura masei de orz care germinează. Aceasta se verifică cu ajutorul termometrelor cu tijă lungă;

— umiditatea, care se apreciază prin aspectul și consistența bobului care nu trebuie să aibă miezul lăptos sau tare;

— aspectul plumulei și al radicelelor;

— mirosul.

Prin germinare în condițiile arătate mai sus, din 100 kg orz se obțin 140—150 kg slad lung cu circa 45% apă.

5. APRECIEREA CALITĂȚII SLADULUI

Un slad de orz de calitate corespunzătoare trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— Să fie germinat uniform; procentul de boabe germinate să reprezinte cel puțin 90%; radicelele și plumula să fie de culoare galbenă, elastice și suculente.

Deosebit de cele de mai sus, sladul trebuie să aibă miros de castraveți proaspeți. Mirosul de mucegai este o indicație a lipsei de preocupare pentru dezinfecția orzului, pentru spălarea și dezinfecția instalației de înmuiere și germinare.

Puterea diastazică a sladului se determină după metoda de analiză numită Effront care se execută în laboratorul întreprinderii.

6. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII LA FABRICAREA SLADULUI

Pentru prevenirea accidentelor la înmuierea și germinarea orzului trebuie să se respecte următoarele reguli:

— în timpul încărcării înmuietorului cu orz să nu se folosească flacăra deschisă, deoarece praful care se răspîndește în încăpere formează împreună cu aerul un amestec explozibil;

— după golirea înmuietorului, bioxidul de carbon care a mai rămas în interiorul acestuia și care s-a format prin procesul de respirație a boabelor se îndepărtează, deschizînd complet ventilul de descărcare și folosind totodată și sistemul de aerisire;

— vizitarea spațiilor de sub sită la slădăriile pneumatice este permisă numai după ce bioxidul de carbon a fost înlăturat complet cu aer;

— în timpul funcționării întorcătoarelor mecanice nu este admisă intrarea în compartiment;

— deoarece în slădărie pardoselile sînt în general umede, se va circula cu atenție sporită pentru a se evita alunecările.

APLICAȚII

1. Știind că prin procesul de înmuiere masa orzului crește cu 45%, iar volumul cu 30%, să se determine masa în kilograme și volumul în metri cubi, după înmuierea cantității de 2,5 m³ orz, care înainte de înmuiere avea masa hectolitrică 65.

   R: $G = 2356{,}25$ kg;
   $V = 3{,}25$ m³

2. Se pun la înmuiat 5 000 kg orz cu masa hectolitrică 68. Să se determine volumul total al unei cuve de înmuiere, știind că după înmuiere, orzul ocupă 85% din volumul acesteia.

   R: $V = 11{,}24$ m³

3. Suprafața sitei unei casete de germinare se determină după formula:

$$F = 1{,}3\frac{G}{\gamma \cdot h}$$

în care: F este suprafața sitei, în m²;
1,3 — coeficient de creștere a volumului orzului prin înmuiere;
G — masa orzului, în t;
γ — masa specifică a orzului, în t/m³;
h — înălțimea stratului de orz înmuiat pe sită, în m.

Să se determine suprafața sitei unei casete pe care trebuie să se germineze cantitatea de 55 t orz care are masa specifică 0,670 t/m³ iar înălțimea stratului de boabe înmuiate pe sită, în prima zi de germinare, este de 0,5 m.

R: $F = 21{,}25$ m².

Capitolul XXI

FIERBEREA MATERIILOR PRIME AMIDONOASE

A. CONSIDERAȚII GENERALE

Amidonul ca atare, din boabele de cereale sau tuberculele de cartofi, nu poate fi transformat de către drojdii în alcool.

Din această cauză, materiile prime amidonoase folosite la fabricarea spirtului, înainte de faza de fermentare, se supun unor prelucări speciale, în scopul transformării amidonului pe care îl conțin în zaharuri fermentescibile (maltoză, glucoză), prin fierbere și apoi prin zaharificare.

Pentru a putea fi zaharificate sub acțiunea diastazei din malț, este necesar ca granulele de amidon să fie mai întîi cleificate și solubilizate. Aceasta se realizează prin fierberea cerealelor sau a cartofilor, sub presiune.

Tehnica de fierbere este marcată în evoluția sa de două etape.

Prima etapă corespunde începutului perioadei de fabricare a spirtului pe scară industrială, cînd fierberea cerealelor și a cartofilor se realiza la presiunea ambiantă, și deci la temperatura de 100°C.

Cerealele se fierbeau în apă în vase deschise, iar cartofii într-un curent de abur. În aceste condiții, pe de o parte fierberea materiilor prime amidonoase

necesita foarte mult timp, iar pe de altă parte, aceasta nu se realiza complet. Ca urmare, pierderile de amidon din materia primă supusă prelucrării se ridicau pînă la 10%, diminuîndu-se corespunzător şi randamentul în spirt.

A doua etapă în evoluţia tehnicii şi a metodelor de fabricare începe cu anul 1873, cînd s-au folosit pentru prima dată în industria spirtului autoclave sub presiune.

Fierberea sub presiune a cerealelor şi a cartofilor a diminuat dezavantajele fierberii la presiunea normală, fiind reduse în măsură importantă timpul de prelucrare şi pierderile de amidon.

În prezent, atît în ţara noastră cît şi pe plan mondial, la prelucrarea materiilor prime amidonoase se aplică în exclusivitate procedeul de fierbere sub presiune.

Superioritatea acestuia constă în faptul că dezagregarea avansată a materiei prime se realizează nu numai prin ridicarea temperaturii care creşte prin creşterea presiunii, ci şi printr-un efect mecanic.

Acesta se produce în momentul golirii fierbătorului. Trecerea bruscă a masei din fierbător de la 3—4 daN/cm² la presiunea ambiantă (1 daN/cm²) în momentul golirii acestuia determină plesnirea celulelor din care se eliberează granulele de amidon (care se cleifică şi se solubilizează), precum şi fărîmiţarea prin detentă (destindere) a boabelor de cereale întregi.

În autoclavă (fierbător), materia primă este fiartă cu abur sub presiune.

Pentru dezagregarea cerealelor sau a cartofilor, două elemente sînt hotărîtoare: temperatura şi durata de fierbere.

1. TEMPERATURA

Deaorece temperatura şi presiunea aburului stau într-un raport determinat, în practică se indică şi se urmăreşte numai presiunea de fierbere.

În acest scop, la fiecare autoclavă este montat cîte un manometru.

Corespondenţa dintre presiune şi temperatură, pentru intervalul de presiune folosit în practică, este următoarea:

Suprapresiunea — daN/cm² —	1/2	1	2	3	4	5
Temperatura °C	111	120	132	143	151	159

2. DURATA DE FIERBERE

În ceea ce priveşte durata de fierbere trebuie să se reţină că diminuarea sau depăşirea acesteia, care se stabileşte în raport cu felul şi starea materiei prime, duce la pierderi mai mari de substanţă utilă (amidon) decît cele normale.

B. PREGĂTIREA MATERIILOR PRIME AMIDONOASE PENTRU INTRODUCEREA ÎN FABRICAŢIE

Pregătirea materiei prime pentru introducerea în fabricaţie constă în principal în eliminarea corpurilor străine care ar dăuna bunei desfăşurări a procesului tehnologic.

1. PREGĂTIREA CARTOFILOR

Transportul cartofilor de la siloz la fabricaţie. Cartofii intraţi în fabrică conţin un procent variabil de pămînt, nisip, pietre, paie, bucăţi de scînduri etc.

Aceste impurităţi se îndepărtează prin spălare, care trebuie să se efectueze cu deosebită grijă.

Din silozuri, care se găsesc de obicei în apropierea fabricii sau în incinta ei, cartofii sînt transportaţi cu autocamioane, tractoare cu remorci, sau cu vagonete, pe rampa de alimentare a sistemului de transport hidraulic. Acesta constă din una sau mai multe rigole (canale) construite din beton sau cărămidă, cu o suprafaţă netedă din ciment sclivisit.

Fig. 134. Canale hidraulice (rigole) în secţiune transversală pentru transportul cartofilor.

Forma rigolelor în secţiune este redată în figura 134. Ele au o lăţime de 35—40 cm, o înălţime 60—70 cm şi o pantă de 1—1,5%. Din 4 în 4 m, aceste rigole sînt prevăzute cu prinzătoare de pietre care sînt porţiuni de rigole mai adînci.

Prin aceste rigole curge un curent continuu de apă, care antrenează şi transportă cartofii pînă la spălător.

Pe traseu, de la punctul de alimentare a canalului hidraulic şi pînă la pătrunderea în spălător, cartofii sînt supuşi unei spălări preliminare.

Corpurile plutitoare (paie, scînduri etc.) sînt reţinute de nişte dispozitive care se montează din loc în loc de-a lungul rigolei, iar pămîntul, pietrişul şi pietrele avînd greutate specifică mare, se depun pe fundul canalului.

Spălarea cartofilor. Din canalul de transport hidraulic, cartofii sînt transportaţi cu un elevator în spălător. Prin spălarea cartofilor se urmăreşte îndepărtarea pămîntului aderent pe tubercule, a nisipului şi pietricelelor, care dacă pătrund chiar în cantităţi mici în aparate şi instalaţii (conducte, pompe, linuri de fermentare şi aparate de distilare) le uzează prematur sau le înfundă, provocînd stagnări ale procesului de fabricaţie.

Pentru spălarea cartofilor se utilizează spălătoare speciale.

În figura 135 este prezentat un spălător de cartofi folosit în fabricile de spirt.

Spălătorul este construit din tablă din fier, beton sau cărămidă. Are o formă de jgheab cu o lungime de 5—7 m, o lăţime de 1,4—1,6 m, o înălţime de 1,7—1,9 m, fiind împărţit în două sau trei compartimente prin pereţi transversali.

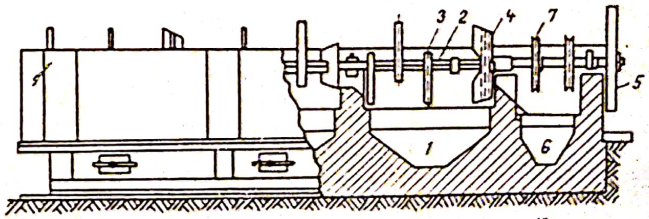


Fig. 135. Spălătorul de cartofi în secţiune transversală:
1, 6 — compartimente; *2* — ax; *3—7* — paiete; *5* — roată de acţionare.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Partea curbată a spălătorului este construită din tablă perforată, prin care pot trece pămîntul, nisipul şi pietrişul, care nu au fost reţinute de-a lungul canalelor de transport hidraulic. Impurităţile sînt prinse în spaţiul de sub fundul perforat şi evacuate periodic cu apa care umple şi acest spaţiu.

De obicei, spălătoarele de cartofi construite în ţara noastră au în primul compartiment fundul plat situat la circa 200 mm, sub nivelul celorlalte compartimente pentru captarea pietrelor care n-au fost reţinute în canalul hidraulic.

Înaintarea cartofilor de la un capăt la altul se realizează cu ajutorul unor palete metalice fixate pe un ax acţionat cu motor electric.

Spălarea cartofilor se execută astfel:

Se umple spălătorul cu apă a cărei nivel trebuie să treacă peste vîrful paletelor.

Se pune în mişcare axul cu palete şi se începe introducerea cartofilor în spălător.

Spălarea cartofilor se realizează prin frecarea tuberculelor între ele: ea are loc într-un timp de 5—6 min, cît este necesar ca acestea să fie împinse de la un capăt la altul al spălătorului.

Din timp în timp trebuie să se controleze starea tablei perforate care formează albia maşinii de spălat.

În situaţia în care intervalele dintre orificii sînt rupte, cartofii de dimensiuni mai mici scapă împreună cu corpurile străine, aceştia constituind pierderi de materie primă.

Cînd cartofii sînt îngheţaţi şi aglomeraţi în blocuri, acestea trebuie să fie desfăcute înainte de introducerea în canalul hidraulic. În felul acesta se evită pătrunderea nisipului şi a pietrişului înglobat, în utilajele tehnologice care urmează după spălare.

La ieşirea din spălător, cartofii cad în pîlnia de alimentare a unui elevator, care îi transportă pînă la cîntar din care prin cădere liberă trec la buncărul de încărcare a fierbătorului.

Consumul de apă pentru transportul hidraulic al cartofilor este de 6—7 m³/t, iar pentru spălare de 5—6 m³/t.

2. PREGĂTIREA CEREALELOR

Înainte de introducerea în fabricaţie este necesar ca cerealele (porumb, secară, grîu sau orz) să fie curăţate de impurităţile pe care în mod obişnuit le conţin.

Cel mai des întîlnite sînt bucăţi de coceni, pleavă, paie, praf, nisip, pietriş, cuie, bucăţi de sîrmă etc.

Prezenţa acestora poate duce la deteriorarea instalaţiilor (pompe, ventile) şi la înfundarea conductelor, a ventilelor, fierbătoarelor, precum şi a coloanelor de distilare.

Îndepărtarea prafului, a plevei, nisipului, pămîntului şi pietrişului se realizează cu ajutorul separatoarelor (tararelor) iar a impurităţilor metalice cu ajutorul magneţilor sau al electromagneţilor, ale căror principii de funcţionare au fost descrise la curăţirea orzului.

C. SCHEMA PROCESULUI TEHNOLOGIC DE FIERBERE A CEREALELOR ŞI A CARTOFILOR

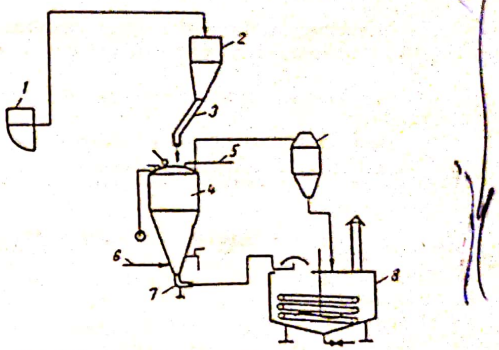


Fig. 136. Schema procesului de fierbere a cerealelor şi cartofilor.

În figura 136 este prezentată schema procesului tehnologic de fierbere a cerealelor şi a cartofilor. De la cîntarul *1*, materia primă (cereale sau cartofi) este transportată în rezervorul de alimentare *2*. Prin conducta *3*, materia primă trece prin cădere liberă în fierbătorul *4*, în care se introduce apă prin conducta *5* şi abur prin conducta *6*.

Masa fiartă din fierbător se evacuează prin conducta *7*, în zaharificatorul *8*, iar aburul de circulaţie în prinzătorul de amidon *9*.

1. UTILAJE FOLOSITE PENTRU FIERBEREA CEREALELOR ŞI A CARTOFILOR. MODUL LOR DE EXPLOATARE

Pentru fierberea (dezagregarea) cerealelor şi a cartofilor, atît în ţara noastră cît şi în alte ţări, industria spirtului foloseşte ca utilaj de bază autoclava denumită Henze, după numele inventatorului care l-a conceput în anul 1873.

Iniţial, forma fierbătorului a fost cilindrică, terminată la partea inferioară cu un con scurt.

Cu timpul, forma a evoluat, astfel că astăzi aparatele care se construiesc au o treime din înălţime formă cilindrică şi două treimi formă conică.

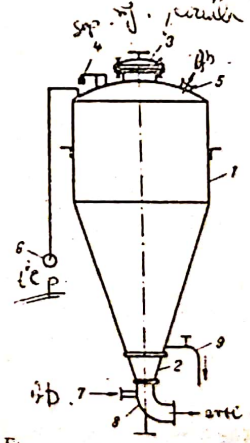


Fig. 137. Autoclava Henze pentru fierberea cerealelor şi cartofilor.

Dacă fierbătorul folosit actualmente în industria spirtului are o înălţime mare în raport cu volumul, necesitînd un spaţiu de producţie mare, el prezintă în schimb avantajul esenţial al unei bune repartizări a aburului în materia primă supusă fierberii, şi deci a unei dezagregări complete a acesteia.

Descrierea fierbătorului. În figura 137 se redă în secţiune longitudinală fierbătorul pentru cereale sau cartofi.

Acesta se compune din următoarele părţi principale:

Corpul aparatului *1*, care se confecţionează din tablă de oţel de 8—10 mm. Vîrful conului *2*, care este supus la cea mai mare uzură, este construit din tablă de oţel de 12—14 mm.

Capacul fierbătorului *3*, care închide orificiul pe unde se introduce materia primă şi apa. Prinderea capacului se realizează cu şuruburi dispuse pe circumferinţa acestuia.

Scanned with OKEN Scanner

Supapa de siguranță *4*, care este astfel reglată ca la depășirea unei anumite presiuni să deschidă orificiul de ieșire a aburului din fierbător.

Racordul pentru aburul de circulație *5*, prin care aburul care a străbătut masa din fierbător iese în atmosferă sau este condus mai întîi la prinzătorul de amidon pentru recuperarea amidonului antrenat din fierbător.

Manometrul *6*, montat la capătul unei conducte de cupru care se găsește la un nivel și o poziție convenabilă, ca să poată fi ușor observat de lucrători.

Racordul *7* pentru introducerea aburului în fierbător.

Modul de exploatare a fierbătorului. Înainte de încărcarea fierbătorului se procedează astfel: se închide ventilul de evacuare *8*. Se controlează dacă supapa de evacuare *4* nu este blocată.

Cînd se fierb cerealele, se introduce cantitatea de apă necesară prin conducta *5*, și apoi materia primă prin burlanul *3* (v. fig. 136).

Se observă dacă indicatorul manometrului se află în poziția zero.

Odată terminate aceste operații, se verifică starea garniturii gurii de încărcare, ce închide capacul *3* prin strîngerea uniformă și corespunzătoare a tuturor șuruburilor. Canaua de pe conducta de luare a probelor trebuie să fie închisă.

Se deschide apoi ventilul *7* de admisie a aburului în fierbător și se deschide corespunzător ventilul de pe conducta *5* de evacuare a aburului de circulație.

În timpul fierberii se observă în permanență presiunea la manometru care nu trebuie să depășească nivelul indicat pentru timpul trecut de la începerea fierberii.

Dacă presiunea depășește limita necesară, se închide corespunzător ventilul de admisie a aburului, iar cînd aceasta este sub limită, se deschide mai mult ventilul de abur.

La scoaterea probelor din fierbător, canaua se deschide treptat. Se renunță la această operație cînd canaua este înfundată.

De obicei, înainte de descărcarea masei fierte din fierbător se ridică presiunea cu o jumătate de atmosferă pentru un timp limitat de 5—10 min, însă nu peste presiunea de lucru admisă peste fierbătorul respectiv.

Masa fiartă se evacuează prin deschiderea treptată a ventilului de evacuare *8*, ventilul de pe conducta de abur de circulație *5* și cel de admisie *7* trebuind să fie în acest timp închise.

După evacuarea conținutului fierbătorului, în vederea suflării resturilor de masă fiartă se închide ventilul *8*, se ridică cu abur presiunea la 2,5—3 daN/cm² și apoi se deschide dintrodată ventilul *8*. Se închide apoi ventilul *7* de admisie a aburului în fierbător.

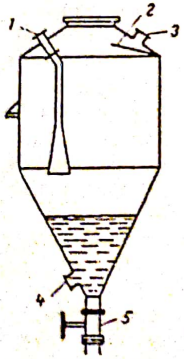


Fig. 138. Prinzătorul de amidon.

Pentru reluarea procesului de fierbere, gura de încărcare a fierbătorului se deschide numai după ce manometrul indică presiunea zero în aparat.

În timpul fierberii, aburul de circulație antrenează și granule de amidon. Prezența amidonului din aburul de circulație este constatată prin aspectul lăptos al condensatului, care la fabricile neutilate cu prinzătoare de amidon se evacuează la canal.

Pierderea amidonului antrenat duce la diminuarea randamentului.

Pentru reducerea acestor pierderi se folosește prinzătorul de amidon redat în secțiune verticală în figura 138.

Prinzătoarele de amidon funcționează pe principiul schimbării vitezei și direcției aburului de circulație.

Aburul de circulație pătrunde prin racordul *1*. Prin destindere, particulele de amidon care se lovesc de ecranul *2* cad cu condensul și se acumulează în partea conică *4*.

Aburul necondensat își schimbă direcția ieșind prin racordul *3*, sau spre un recuperator de căldură.

Cînd prinzătorul conține condens în proporție de 30—40% din volumul său, acesta se evacuează în zaharificator prin racordul *5*, în timpul descărcării fierbătoarelor.

2. FIERBEREA CARTOFILOR, PORUMBULUI ȘI A SECAREI

Fierberea cartofilor. Fierberea cartofilor sănătoși se efectuează astfel:

După ce fierbătorul a fost încărcat cu cartofi pînă la nivelul superior al părții cilindrice, se închide ermetic gura de încărcare. Se deschide circa o jumătate de rotație ventilul de pe conducta aburului de circulație și canaua de pe conducta de luat probe.

După aceste operații se deschide ventilul de admisie a aburului în fierbător. Vaporii în contact cu cartofii reci cedează căldura lor, condensîndu-se. Condensatul colectat în dreptul conului fierbătorului, începe să se scurgă prin conducta de luare a probelor.

În momentul în care apa de condens nu mai curge limpede și are un aspect lăptos, se deschide mai mult ventilul de pe conducta aburului de circulație și canaua conductei de luare a probelor.

Ventilul de admisie a aburului în fierbător rămîne deschis. Se ridică presiunea în fierbător pînă la 2,5 daN/cm², la care cartofii se fierb, timpul necesar.

Înainte de evacuarea din fierbător a masei fierte, presiunea se ridică la 2 daN/cm². Durata de fierbere este în funcție de felul și starea cartofilor.

De obicei, pentru a se ajunge la 3 daN/cm², este necesară o durată de 40—45 min, după care masa din fierbător se mai menține la această presiune 10—15 min.

Înainte de descărcare se scoate o probă din fierbător prin conducta de probe, pentru constatarea gradului de fierbere. Masa fiartă se spală pe o sită mai întîi cu apă caldă și apoi cu apă rece. Fierberea se consideră terminată cînd cojile sînt translucide, lipsite de amidon.

O altă indicație a fierberii corespunzătoare constă în aceea că, după răcire, masa fiartă rămîne fluidă și nu se cleifică, aceasta fiind totodată o dovadă că amidonul a fost solubilizat.

La fierberea cartofilor rareori se ajunge la presiunea de 3,5 daN/cm², deoarece, pe lîngă amidon, cartofii conțin și o cantitate, uneori apreciabilă, de zaharuri (pînă la 20%) care se formează prin activitatea amilazei din tubercul și crește prin autoîncălzirea cartofilor în timpul depozitării. La temperatura ridicată din fierbător, aceste zaharuri sînt distruse (prin formare de melanine și caramel), consecința acestei situații fiind diminuarea randamentului.

În practică, numai în cazul cartofilor săraci în zaharuri sau cu coaja groasă se poate trece de presiunea de 3 daN/cm².

În cazul prelucrării de cartofi înghețați sau avariați, regimul de fierbere este deosebit de cel al cartofilor sănătoși.

Cartofii înghețați pierd prin dezgheț 20% din conținutul lor de apă.

Din această cauză, spre deosebire de cartofii sănătoși, la fierberea cartofilor degerați se adaugă apă în cantitate egală cu 20% din greutatea lor.

Mai întîi se introduce apa în fierbător și apoi cartofii înghețați. Se deschide ventilul conductei aburului de circulație mai mult decît la fierberea cartofilor sănătoși și de asemenea ventilul conductei de abur.

Scanned with OKEN Scanner

În timpul fierberii, ventilul conductei aburului de circulație rămîne deschis, ceea ce nu împiedică ridicarea presiunii la 2—2,5 atmosfere.

Durata de fierbere este determinată de comportarea cartofilor, care se constată prin luarea probelor, după o jumătate oră de la începerea fierberii; ea poate fi cuprinsă între 35—50 min.

Cînd fierberea este terminată, se închide ventilul de pe conducta aburului de circulație, se reduce presiunea la 3 at și se descarcă masa fiartă în zaharificator.

Fierberea porumbului. Regimul de fierbere a porumbului este diferențiat, în funcție de starea în care se află.

Astfel, porumbul sănătos se fierbe la o presiune mai ridicată decît cel care s-a degradat parțial în timpul depozitării. La fierberea porumbului uscat se adaugă mai multă apă decît pentru porumbul cu umiditate ridicată.

De asemenea, regimul de fierbere este influențat și de starea integrității boabelor (procentul de boabe sparte).

Fierberea porumbului „sănătos". În cazul porumbului cu umiditate pînă la 16%, cu boabele întregi, regimul de fierbere este următorul:

Se introduce mai întîi apa în fierbător, în raport cu cantitatea de porumb care se supune fierberii. Pentru fiecare 100 kg porumb se adaugă 280—300 l apă.

În perioadele cînd se fierbe porumbul de calitate aproximativ constantă, și cantitatea de apă introdusă în fiecare fierbător este constantă. În practică se folosesc rigle gradate prin care se stabilește nivelul apei necesare în fierbător. Pentru măsurarea apei, mai indicată este folosirea de debitmetre de apă care nu necesită spații de producție ca în cazul utilizării de rezervoare-măsurătoare.

În cazul fierbătoarelor mijlocii și mari, în ultimii ani s-a răspîndit practica folosirii apei calde la fierberea porumbului care provine din altă fază a procesului tehnologic.

La fabricile la care se lucrează cu două zaharificatoare în paralel, de obicei apa caldă, care rezultă de la răcirea masei fierte provenite de la o baterie de fierbătoare recent golită, se folosește pentru a doua baterie de fierbătoare pregătită pentru reluarea ciclului de fierbere.

Folosirea apei calde la fierbere are mai multe avantaje, care constau în economie de căldură deci reducerea consumului de energie termică de apă, în reducerea gradului de încărcare a canalizării etc.

După introducerea apei se potrivește, la gura fierbătorului, conducta rabatabilă a buncărului cu porumb cîntărit. Prin deschiderea șuberului, porumbul trece în fierbător.

Se închide gura de încărcare, se deschide circa 1/4 ventilul de pe conducta de aerisire și se admite aburul în fierbător.

La o durată de fierbere care în mod normal este de două ore, în primele 60 min, presiunea se ridică la 3 at, în următoarele 30 min la $3^1/_2$ at, iar în ultima jumătate de oră la 4 at.

Cu circa 10 min înainte de expirarea timpului de fierbere, se scoate o probă din fierbător. O porțiune din aceasta se pune pe o sită și se spală apoi cu apă rece.

Cînd cojile rămase pe sită sînt transparente și lipsite de resturi de amidon, aceasta este o indicație că fierberea s-a terminat și se procedează la descărcarea autoclavelor.

La fierberea porumbului „sănătors" cu conținut ridicat de umiditate, deosebirea constă în folosirea unei cantități mai reduse de apă.

De regulă, la stabilirea cantității de apă în raport cu umiditatea porumbului se urmărește ca plămezile zaharificate să aibă un conținut de 15%—16% substanță uscată.

Cantitatea de apă care se folosește la fierbere pentru 100 kg porumb de diferite umidități este cuprinsă între 260 l, pentru porumb cu 26% umiditate, pînă la 300 l pentru porumb cu 14% umiditate.

Fierberea porumbului degradat sau cu procent ridicat de spărturi. Fierberea porumbului care a suferit din cauza autoîncălzirii în timpul depozitării se efectuează la o presiune mai redusă, deoarece acesta conține un procent mai ridicat de zaharuri, care la presiune ridicată se pierde prin formare de melanine și caramel.

Din aceste considerente, presiunea maximă de fierbere este de 3,5 daN/cm² timp de 2 ore (1 oră pînă la atingerea presiunii de 2,5 daN/cm², 1/2 oră pînă la 3 daN/cm² și 1/2 oră pînă la $3^1/_2$ daN/cm²).

Cea mai dificilă este fierberea porumbului cu procent ridicat de spărturi, deoarece dacă se aplică regimul de fierbere corespunzător boabelor de porumb sănătoase, zaharurile din spărturi, care nu mai sînt protejate de tegument, se pierd în măsură importantă, iar dacă se folosește o presiune adecvată spărturilor, boabele întregi rămîn nefierte.

Din această cauză este indicat ca înainte de prelucrare spărturile să fie separate de boabele întregi și fierte separat.

Fierberea secarei. În funcție de umiditatea secarei, cantitatea de apă folosită la fierbere este de 260—280 l la 100 kg.

Durata de fierbere este de 90—100 min, la presiunea de 3 daN/cm² și timp de 50—60 min, la presiunea de $3^1/_2$ daN/cm².

Ca și în cazul cartofilor și al porumbului nu se pot da indicații rigide privind durata și nivelul presiunii, acești parametri fiind variabili în raport cu starea secarei.

D. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII

Întrucît fierberea materiilor prime se execută în autoclave sub presiune, în această fază a procesului tehnologic trebuie să se cunoască măsurile de prevenire a accidentelor, precum și metodele de înlăturare a unor deficiențe.

Astfel se vor avea în vedere următoarele:

— La executarea fiecărei fierberi se va verifica etanșeitatea capacului fierbătorului. Aceasta se realizează prin folosirea de garnituri corespunzătoare și prin strîngerea suficientă și uniformă a șuruburilor capacului. Nerespectarea acestor reguli poate duce la aruncarea capacului, și deci la accidente grave.

— Manometrele folosite la autoclavele sub presiune trebuie să fie verificate de către organele autorizate și marcate cu un indicator sau cu o linie roșie la limita presiunii maxime admise

Se poate întîmpla uneori ca tija care face legătura între manometre și corpul fierbătorului să fie înfundată. În această situație nu se începe sau nu se mai continuă fierberea, iar defecțiunea se sesizează imediat în vederea înlăturării ei.

— Înainte de începerea fiecărei fierberi se verifică supapa de suprapresiune care de cele mai multe ori trebuie să fie curățată pentru a nu se bloca.

Scanned with OKEN Scanner

4. Pentru fierberea a 1 250 kg de porumb cu 26% umiditate s-au utilizat 3 250 litri apă. Să se calculeze cantitatea de apă Q, necesară fierberii a 100 kg porumb.

$R : Q = 260$ l.

5. Se fierb 1 100 kg porumb cu 57% amidon, cu o pierdere de 2% amidon prin aburul de circulație. Cît porumb s-ar fi economisit dacă instalația ar fi fost dotată cu prinzător de amidon?

$R : 26{,}9$ kg.

Capitolul XXII

ZAHARIFICAREA

A. CONSIDERAȚII GENERALE

În industria spirtului, transformarea amidonului în zaharuri fermentescibile poartă denumirea de zaharificare.

Această fază din procesul tehnologic este necesară, deoarece, drojdiile nu conțin enzimele care să desfacă amidonul în zaharuri mai simple pe care apoi să le fermenteze.

Zaharificarea amidonului se poate executa pe cale chimică cu ajutorul acizilor minerali (acid clorhidric sau acid sulfuric) și pe cale enzimatică cu ajutorul enzimelor din slad sau a preparatelor enzimatice.

Metodele de zaharificare pe cale chimică se aplică în industria glucozei. Din cauza inconvenientelor pe care le prezintă (efectuarea zaharificării sub presiune, durata mare de zaharificare, necesitatea neutralizării excesului de aciditate etc.), zaharificarea pe cale chimică nu se folosește în fabricile de spirt în care se practică în exclusivitate zaharificarea cu ajutorul sladului sau a preparatelor enzimatice.

În fabricile de spirt care prelucrează materii prime amidonoase, operația de zaharificare se mai numește și plămădire. Aceasta constă din amestecarea intensă, la o anumită temperatură, a masei fierte cu lapte de slad (slad măcinat amestecat cu apă), adăugarea drojdiilor de fermentare după o prealabilă răcire și apoi răcirea în continuare pînă la temperatura la care masa zaharificată se pompează în vasele de fermentare.

Prin urmare, plămezile sînt lichide care conțin toate componentele materiei prime și ale sladului, spre deosebire de musturi, care sînt medii de fermentare filtrate clar sau limpezite, cum sînt, spre exemplu, musturile de bere sau cele de melasă.

Pentru o înțelegere mai ușoară a proceselor fizice și chimice care au loc în timpul zaharificării, în cele ce urmează se prezintă principalele considerații teoretice, a căror cunoaștere are o importanță deosebită în activitatea practică.

Structural, amidonul, care din punctul de vedere al compoziției chimice, este format din unirea unui număr necunoscut încă de molecule de glucoză $(C_6H_{10}O_5)_n$, nu este o substanță omogenă. El este alcătuit din doi componenți principali, amiloza și amilopectina. Deosebirea dintre acești doi componenți

— Este interzisă mutarea contragreutății pe pîrghia supapei sau adăugarea de noi greutăți pe aceasta.

Din cauza blocării supapei sau a reglării greșite a acesteia se poate ajunge chiar la explozia fierbătorului, mai ales cînd manometrul este defect și ventilul conductei aburului de circulație este închis.

— În timpul fierberii materiei prime se va verifica la intervale cît mai scurte ieșirea aburului din autoclavă prin conducta de circulație. Cînd nu se constată accesul în atmosferă a aburului utilizat care preîncălzește masa din fierbător, este un indiciu că s-a înfundat ventilul sau conducta aburului de circulație.

În aceste situații se procedează fără întîrziere la desfundarea conductei sau a ventilului numai după ce presiunea în fierbător este adusă la zero.

— În timpul fierberii este interzisă folosirea presiunilor mai mari decît nivelul maxim indicat pe manometru.

— Conducta de luare a probelor trebuie să fie prelungită pînă la circa 30 cm față de nivelul pardoselii. În timpul luării probei de masă fiartă, chiar dacă se folosește un vas cu gură îngustă, aceasta și conducta se învelesc cu o pînză mai groasă pentru a se evita stropirea lucrătorului.

— După evacuarea masei fierte a fierbătorului, gura de încărcare a acestuia se va deschide numai după ce indicatorul manometrului a ajuns la gradația 0.

— Dacă se constată că fierbătorul este înfundat, din care cauză masa fiartă nu se poate descărca, nu se va proceda la desfacerea ventilului de golire, iar gura de încărcare nu va fi deschisă pînă cînd presiunea nu a scăzut la 0.

În cazul existenței unei baterii de fierbătoare, apa dintr-un alt fierbător se introduce sub presiune pe la partea inferioară a fierbătorului înfundat. În acest mod, în majoritatea cazurilor se îndepărtează corpurile din vîrful conului care blochează ieșirea masei fierte.

— Dacă din anumite cauze porumbul trebuie să rămînă nefiert peste noapte în fierbătoare, apa care se adaugă trebuie să fie rece, deoarece în apa caldă poate avea loc fermentația butirică cu degajare de hidrogen, care este deosebit de periculos (poate produce explozie).

— Fierbătoarele și conductele de abur trebuie izolate termic.

— Fierbătoarele care au depășit doi ani de funcționare de la fabricație se verifică obligatoriu anual de către organele de metrologie care stabilesc limita de uzură și momentul înlocuirii lor.

APLICAȚII

1. Într-un fierbător cu izolație termică se fierb 1 200 kg porumb. Să se determine consumul total de apă Q, știind că pentru fierberea a 100 kg porumb se consumă 280 l apă și 100 kg abur.

$R : Q = 4\,560$ l apă.

2. Pentru fierberea cartofilor înghețați se utilizează 20% apă. Să se calculeze cantitatea Q de apă necesară fierberii a 4 500 kg cartofi înghețați.

$R : Q = 900$ l apă.

3. Știind că pentru fierberea a 100 kg cereale este necesar un volum de 340 l de fierbător, să se determine volumul total V în litri și metri cubi a unui fierbător în care trebuie să fiarbă 1 300 kg porumb.

$R : V = 7\,020$ l $= 7{,}020$ m³.

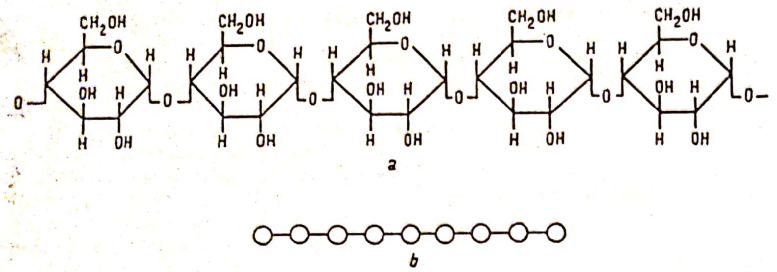


Fig. 139. Catena lineară de amiloză:
a — structura chimică; *b* — reprezentarea schematică.

este de ordin structural, şi anume de felul cum sînt alcătuite moleculele rezultate prin unirea (condensarea) mai multor molecule de glucoză.

Amiloza (fig. 139) este formată din unirea a circa 60—300 de molecule de glucoză, care sînt angajate linear sau în formă de spirală.

Amiloza este solubilă în apă caldă, dînd o soluţie coloidală, opalescentă, fără să cleifice.

Reacţionează cu iodul dînd o coloraţie albastră. Este complet lipsită de fosfor.

Prin hidroliză sub acţiunea amilazei din orz, amiloza este scindată în molecule de maltoză.

Amilopectina (fig. 140) are molecula formată din unirea a circa 300—6 000 de molecule de glucoză.

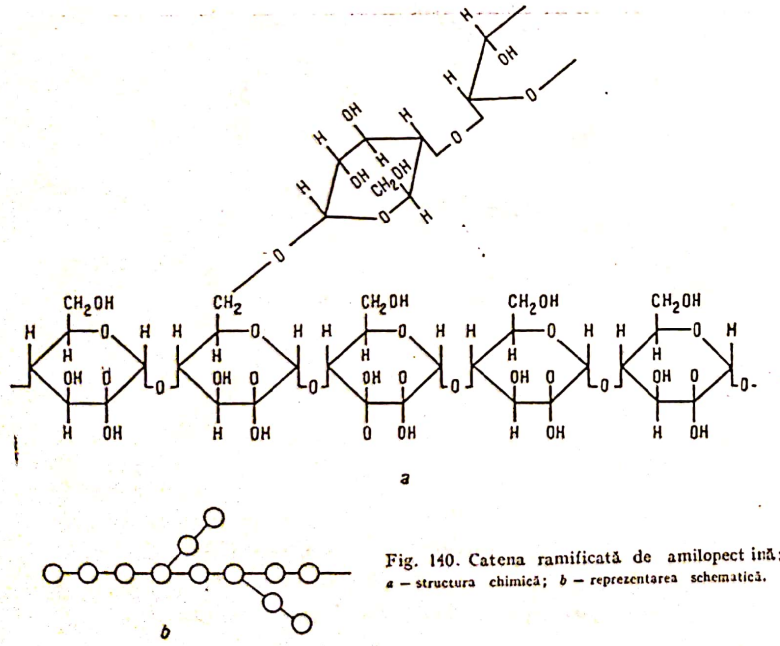


Fig. 140. Catena ramificată de amilopectină:
a — structura chimică; *b* — reprezentarea schematică.

Spre deosebire de amiloză, molecula amilopectinei prezintă o puternică ramificare, la lanţul continuu fiind ataşate lanţuri laterale mai scurte, de amilcză.

În apă caldă, amilopectina formează un clei geleficîndu-se. Viscozitatea masei fierte de cereale şi cartofi, înainte de zaharificare, se datoreşte amilopectinei. Cu iodul dă o coloraţie violetă. Conţine circa 0,20% fosfor.

Sub acţiunea amilazei din slad rezultă o cantitate mai redusă de maltoză şi în majoritate dextrine.

Proporţia între amiloză şi amilopectină din amidonul diferitelor materii prime este în general 1 la 4, după cum rezultă din tabela 12.

Tabela 12

Proporţia între amiloza şi amilopectina din diferite materii prime

Proveniența amidonului	Amiloză %	Amilopectină %
Amidon de porumb	23	77
Amidon de cartofi	18	82
Amidon de griu	20	80

1. ENZIMELE DIN SLAD

După cum s-a arătat la capitolul referitor la fabricarea sladului, prin germinarea orzului se urmăreşte formarea enzimelor, care au proprietatea de a zaharifica amidonul prin scindarea lui în zaharuri (maltoză) accesibile drojdiilor.

Iniţial, enzimele din slad au fost numite *diastază*, care în limba greacă înseamnă *despărţire*.

Denumirea ştiinţifică a diastazei este amilaza, care în fond este un complex de enzime format din două enzime principale:

— α (alfa) -amilază sau amilaza dextrincgenă;

— β (beta) -amilaza sau amilaza zaharogenă.

Aceste enzime se deosebesc între ele în privinţa formării, a proprietăţilor şi a modului în care acţionează asupra componenţilor amidonului.

În legătură cu formarea celor doi ccmponenţi ai amilazei s-a stabilit că α-amilaza nu există în bobul de orz neîncolţit, ea formîndu-se în timpul germinării acestuia. Al doilea ccmponent, β-amilaza, există în bobul neîncolţit, proporţia ei crescînd, în timpul germinării, dar în măsură mai redusă.

Cunoaşterea proprietăţilor α- şi β-amilazei are o importanţă deosebită pentru conducerea corectă a operaţiei de zaharificare a materiilor prime amidonoase fierte.

Principalele proprietăţi ale acestor enzime sînt următoarele:

— la temperaturi ridicate de peste 70°C, α-amilaza este activă, în timp ce β-amilaza, care are optimum de activitate la 55—57°C, este total distrusă la 75—80°C;

— la acidităţi ridicate, β-amilaza este mai rezistentă, avînd un optimum de activitate la *p*H în jur de 4,6 pe cînd α-amilaza are optimum de activitate la *p*H în jur de 5,7, fiind distrusă total la un *p*H de 3,3.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

2. MODUL DE ACȚIUNE A ENZIMELOR DIN SLAD ASUPRA AMIDONULUI

Componenții amilazei, α- și β-amilaza, acționează atît asupra amilozei cît și asupra amilopectinei, însă în mod diferit, de unde rezultă și produse diferite.

În figura 141 este redat modul în care acționează enzimele din slad asupra componentelor amidonului.

Alfa (α)-amilaza acționează în mod energic în primul rînd asupra amilopectinei, rupînd lanțul între ramificații prin desfacerea legăturilor glucosidice stabilite între carbonul 1 și carbonul 4, la unirea (condensarea) moleculelor de glucoză.

Dextrinele rezultate sînt neramificate și ramificate. Cele neramificate, numite achrodextrine, rezultă din acțiunea α-amilazei asupra amilozei. Prin fracționarea în continuare a achrodextrinei rezultă maltodextrinele.

Aceste dextrine sînt de mărime moleculară mijlocie, formează soluții subțiri și nu dau colorație cu iodul.

Dextrinele care se formează sub acțiunea α-amilazei asupra amilopectinei, în zona de temperatură 70—80°C, sînt fracțiuni de moleculă ramificate, cu catene scurte, acestea fiind punctele nodale ale moleculei de amilopectine, numite dextrine limită (amilodextrine și eritrodextrine).

Prin urmare, prin acțiunea α-amilazei în primul rînd asupra amilopectinei și apoi asupra amilozei rezultă următoarele dextrine:

— amilodextrina, care dă cu iodul o coloraţie albăstruie-violetă;
— eritrodextrina, care dă cu iodul o coloraţie roşie:
— achrodextrinele şi maltodextrinele, care nu dau coloraţie cu iodul.

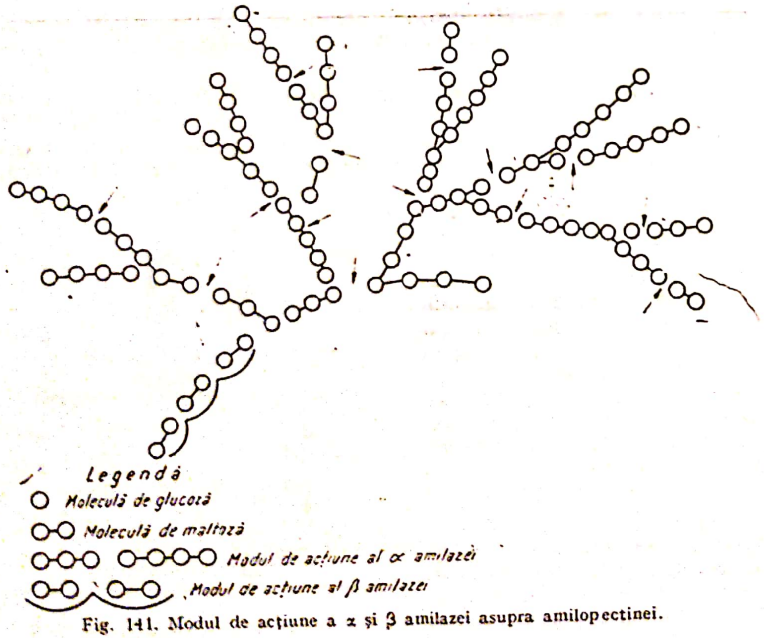


Fig. 141. Modul de acțiune a α și β amilazei asupra amilopectinei.

Pe lîngă aceste dextrine, prin acțiunea α-amilazei asupra componenților amidonului rezultă și o cantitate foarte redusă de maltoză.

Deoarece caracteristic activității α-amilazei este formarea dextrinelor, aceasta se mai numește și amilază dextrinogenă.

Din punct de vedere fizic, rezultatul fragmentării moleculei de amilopectină se manifestă prin scăderea viscozității mediului. La fabricarea spirtului din materii prime amidonoase, acest fenomen este denumit „fluidificarea sau lichefierea amidonului".

Acțiunea β-amilazei se caracterizează printr-o capacitate mare de zaharificare și foarte slabă de fluidificare a amidonului, din acest motiv fiind denumită și amilaza zaharogenă.

Aceasta acționează, în primul rînd, asupra amilozei pe care o scindează pînă la maltoză, și foarte slab asupra amilopectinei.

Prin acțiunea β-amilazei se formează circa 65% maltoză.

În concluzie, prin acțiunea α- și β-amilazei componenții amidonului amiloza și amilopectina nu sînt scindați integral pînă la maltoză.

Prin fluidificarea și apoi zaharificarea amidonului într-un timp relativ scurt, de circa 10 min, se stabilește un echilibru între zaharul format și dextrine (raportul maltoză-dextrină), care nu mai poate fi deplasat nici prin mărirea duratei de zaharificare, sau a cantității de lapte de slad, și nici prin respectarea cu strictețe a temperaturii optime de zaharificare.

Echilibrul în care se găsesc elementele formate în urma procesului de zaharificare prezintă aproximativ următorul raport:

— maltoză	66%;
— glucoză	4%;
— maltotrioză	10%;
— dextrine	20%.

În procesul de zaharificare nu se poate forma mai multă maltoză, deoarece aceasta acumulată în proporție de circa 66% frînează activitatea amilazei.

Numai prin procesul de fermentare, după ce aproximativ o treime din maltoză este transformată în alcool și bioxid de carbon sub acțiunea drojdiilor, amilaza remanentă din plămadă reia activitatea de scindare a dextrinelor, care au rămas nezaharificate.

Zaharificarea dextrinelor în timpul fermentării se desfășoară mult mai lent decît în zaharificator.

Aceasta este explicația duratei de fermentare a materiilor prime amidonoase, care este de două ori mai mare decît a materiilor prime zaharoase (melasă, sfeclă-de-zahăr, trestie-de-zahăr).

Din descrierea principalelor noțiuni teoretice asupra zaharificării materiilor prime amidonoase, pentru activitatea practică sînt de reținut următoarele aspecte importante:

— zaharificarea se desfășoară în două etape: zaharificarea principală în zaharificator și zaharificarea secundară în timpul fermentării;

— pentru a realiza o zaharificare corespunzătoare, trebuie să se respecte cu strictețe temperaturile optime indicate, prin care se urmărește protejarea amilazei, îndeosebi a β-amilazei care este inactivată la temperaturi ridicate;

— după cum se va arăta la capitolul referitor la fermentarea plămezilor zaharificate, protejarea amilazei în timpul fermentării trebuie să constituie o preocupare, importantă știind că și α-amilaza este puțin rezistentă la acidități ridicate.

Scanned with OKEN Scanner

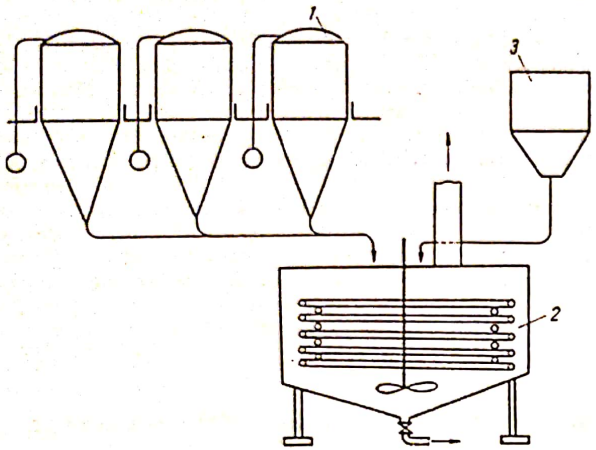


Fig. 142. Schema tehnologică de zaharificare.

B. UTILAJE ŞI PROCEDEE TEHNOLOGICE FOLOSITE LA ZAHARIFICARE

Schema tehnologică de zaharificare. Procesul tehnologic de zaharificare a materiilor prime amidonoase se desfăşoară după schema prezentată în figura 142.

Materia primă fiartă din fierbătorul sau bateria de fierbătoare *1* se descarcă în zaharificatorul *2*.

Laptele de slad din rezervorul *3* este trecut în cantităţile stabilite prin curgere liberă în zaharificator. La fabricile dotate şi cu prinzător de amidon, conţinutul acestuia este trecut periodic în zaharificator, imediat după golirea fierbătoarelor.

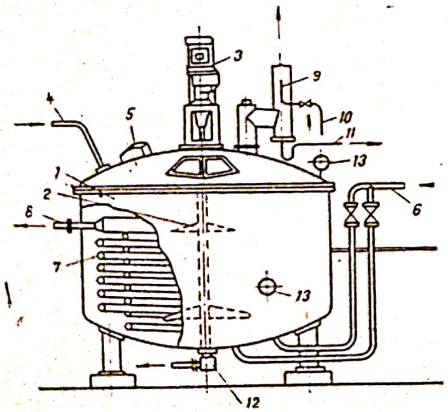


Fig. 143. Schema zaharificatorului.

După zaharificare, la temperatura de 30°C a plămezii, se introduce şi cantitatea de drojdie necesară pentru fermentare din drojdier.

Plămada zaharificată în care s-a introdus drojdia, după omogenizare şi răcire la temperatura de fermentare, este preluată de o pompă şi trimisă în linurile de fermentare.

Zaharificatorul. În figura 143 este redată, în secţiune, construcţia zaharificatorului. Principalele părţi constructive ale zaharificatorului sînt următoarele:

Corpul zaharificatorului *1* este construit din tablă de fier, din cupru, oţel inoxidabil sau aluminiu. Agitatorul *2* este prevăzut cu un rînd sau două rînduri de palete. Motorul cu reductor *3* antrenează agitatorul cu o turaţie de 100 rot/min. Conducta *4*, de descărcare a masei fierte din fierbător face legătura cu clopotul de suflare *5*, pe a cărui suprafaţă interioară este proiectată masa fiartă sub presiune.

Prin conducta *6* se introduce apa de răcire în serpentinele *7* ale zaharificatorului. Conducta *8* foloseşte la ieşirea apei din sistemul de răcire a zaharificatorului.

Exhaustorul *9*, pentru evacuarea aburului care se degajă intens în timpul descărcării fierbătoarelor este prevăzut cu conducta de abur *10*, pentru mărirea tirajului şi sterilizarea exhaustorului şi cu conducta *11*, pentru evacuarea condensului care se formează în exhaustor.

Ventilul şi conducta *12* sînt prevăzute pentru golirea zaharificatorului. Termometrul *13* înregistrează temperaturile din zaharificator.

C. PROCESUL TEHNOLOGIC DE ZAHARIFICARE A PLĂMEZILOR DE CEREALE ŞI CARTOFI

Procesul de zaharificare a masei fierte de cereale constă în executarea următoarelor operaţii:

— spălarea şi dezinfectarea zaharificatorului;
— pregătirea laptelui de slad pentru zaharificare;
— zaharificarea propriu-zisă a plămezilor;
— răcirea plămezii, însămînţarea cu cuibul de drojdii şi pomparea plămezilor zaharificate în vasele de fermentare.

1. SPĂLAREA ŞI DEZINFECTAREA ZAHARIFICATORULUI

Spălarea şi dezinfectarea zaharificatorului sînt operaţii deosebit de importante. Oricît de conştiincios s-ar aplica măsurile de combatere a infecţiilor înainte şi după zaharificare, infectarea plămezilor în această fază a procesului tehnologic poate cauza pagube prin diminuarea randamentului în spirt.

Infecţiile frecvente în întreprinderile de spirt sînt cele cu bacterii lactice termofile (*Bacillus Delbrücki*), care vor fi descrise mai pe larg în cele ce vor urma.

Acestea găsesc un mediu prielnic de dezvoltare în resturile de plămadă rămase în diferite puncte ale zaharificatorului, creînd focare de infecţie. Pentru îndepărtarea lor se execută spălări şi dezinfectări.

Spălările sînt sumare şi de fond. Cele sumare se execută după fiecare golire a zaharificatorului cu un jet puternic de apă, care se îndreaptă asupra pereţilor zaharificatorului, asupra capacului, clopotului de suflare, serpentinelor şi agitatorului. Apa de spălare se evacuează la canal.

Spălarea de fond este obligatorie o dată în 24 de ore şi se execută de obicei în schimbul III.

După spălarea cu furtunul se execută curăţirea tuturor suprafeţelor interioare ale zaharificatorului şi ale exhaustorului cu o pastă de superfosfat de calciu, folosind cîrpe şi perii.

Scanned with OKEN Scanner

Astfel se îndepărtează orice rest de plămadă, după care zaharificatorul se clătește cu apă curată.

Urmează apoi operația de dezinfectare a zaharificatorului cu formalină sau cu clorură de var. Se stropesc pereții zaharificatorului cu 4—5 l soluție de formalină 10%, după care se introduce abur în zaharificator timp de 10—15 min. Condensul format se evacuează la canal.

Cea mai eficientă metodă este însă dezinfectarea cu clorură de var. Aceasta se execută astfel: se umple un fierbător cu apă, care se încălzește pînă la fierbere.

În zaharificator se introduc 7—8 kg clorură de var, peste care se descarcă apa din fierbător.

Se pune în mișcare agitatorul zaharificatorului, timp de circa 10 min. Apa cu clorură de var este trecută prin conducta de golire, prin pompa de plămadă (care în prealabil sînt spălate) și se evacuează la canal prin conducta de încărcare a linurilor de fermentare, după care tot sistemul se clătește cu apă potabilă.

2. PREGĂTIREA LAPTELUI DE SLAD PENTRU ZAHARIFICARE

Necesarul de slad pentru zaharificare. La fabricarea spirtului din cereale sînt necesare 7—8 kg orz, ca slad verde, la 100 kg materie primă, ceea ce corespunde la 12—13 kg orz, ca slad verde pentru 100 kg amidon.

La fabricarea spirtului din cartofi sînt necesare 10 kg orz ca slad verde pentru 100 kg amidon.

Cantitatea de slad verde prescrisă se calculează înmulțind cantitatea de orz cu coeficientul 1,4.

La fabricile de spirt din țara noastră, consumul de orz pentru slad este stabilit pentru 1 hl spirt rafinat absolut.

Astfel, la 1 hl spirt rafinat din cereale, norma de consum este de 24—25 kg orz cu 87% putere de germinare, iar la 1 hl spirt rafinat din cartofi, consumul este de 22—23 kg.

Măcinarea sladului. Prin măcinarea sladului se urmărește ca diastaza să fie eliberată din bobul de orz încolțit și prin trecerea ei în soluție să poată acționa cît mai rapid asupra amidonului.

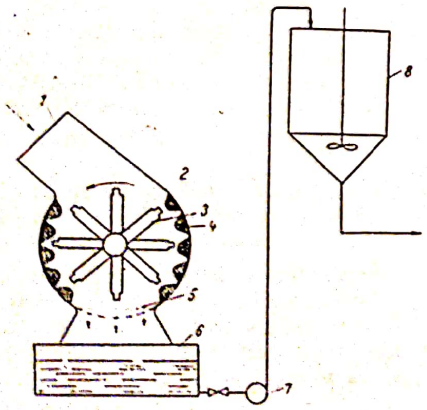


Fig. 144. Moară cu ciocane pentru măcinarea sladului.

În întreprinderile de spirt din țara noastră, pentru măcinarea sladului sînt folosite, cu bune rezultate, morile cu ciocane.

În figura 144 este prezentată schematic o moară cu ciocane. Sladul se introduce împreună cu apă în proporție de 3 l apă la 1 kg slad prin gura de alimentare *1*.

Pe axul *2*, care este antrenat de un motor electric, sînt fixate mai multe plăcuțe *3* (ciocănele) zimțate la capete, care în timpul rotirii axului iau poziție radială. Boabele de slad sînt prinse între capătul

plăcuței și suprafața riflată *4* și astfel sînt sfărîmate. Laptele de slad rezultat cade prin sita *5*, în rezervorul colector *6*, de unde este preluat de pompa *7* și pompat în rezervorul colector *8*. Gura de alimentare a morii este prevăzută cu un grilaj de protecție *9*, care nu permite introducerea mîinii în timpul rotirii ciocănelelor.

3. DEZINFECTAREA SLADULUI

Sladul constituie una din principalele surse de infectare a plămezilor zaharificate cu bacterii lactice. Pe lîngă celelalte măsuri de dezinfecție și sterilizare aplicate în diferite faze ale procesului tehnologic, dezinfectarea sladului este absolut necesară. Aceasta se realizează cu formalină de concentrație 40%. În mod obișnuit, în fabricile de spirt din țara noastră se adaugă pentru dezinfecție 3 l formalină în soluție de 10% concentrație la 1 000 l lapte de slad. Pentru ca acțiunea formalinei să fie cît mai eficientă, sladul trebuie măcinat fin.

Formalina diluată în soluție de 10% se introduce în laptele de slad cu cel puțin 30 min înainte de folosire și se dispersează uniform în masa acestuia cu ajutorul agitatorului cu palete cu care este prevăzut rezervorul-tampon de lapte de slad.

Pentru combaterea infecțiilor în timpul fermentării, plămezile zaharificate trebuie să conțină 0,015—0,020% formalină.

4. ZAHARIFICAREA PLĂMEZILOR

La prelucrarea materiilor prime amidonoase s-au practicat mai multe metode de zaharificare. Cu timpul au fost abandonate acelea care prezentau mai puțină siguranță, fiind menținute procedeele de zaharificare cele mai eficiente.

În fabricile de spirt din cereale sau cartofi se aplică unul din următoarele procedee:

— zaharificarea în timpul descărcării fierbătorului;

— zaharificarea după descărcarea fierbătorului la 60—61°C sau la 57°C.

Procedeul de zaharificare în timpul descărcării fierbătoarelor. Acesta constă în următoarele: o treime din cantitatea necesară de slad se introduce în zaharificator, în puțină apă, înainte de descărcarea fierbătorului.

Agitatorul este pus în stare de funcționare și se începe evacuarea lentă a masei fierte din fierbător. Cînd plămada ajunge la serpentina de răcire și temperatura din zaharificator nu trece de 55°C, se intensifică descărcarea fierbătorului. Ventilul de golire a fierbătorului se manipulează astfel ca temperatura plămezii să se mențină între 55 și 60°C.

A doua treime de lapte de slad se introduce în plămadă, cînd zaharificatorul este umplut pe jumătate. În timpul introducerii sladului în plămadă se oprește descărcarea fierbătorului pentru a se evita opărirea diastazei.

Ultima treime de lapte de slad se adaugă după golirea completă a fierbătoarelor.

După omogenizarea plămezii, agitatorul este oprit și se oprește și răcirea, plămada fiind lăsată în repaus pentru zaharificare timp de 10—20 min.

Se verifică dacă zaharificarea este terminată (după metoda ce se va descrie în cele ce vor urma), apoi se reia răcirea plămezii.

Scanned with OKEN Scanner

La temperatura de 30°C se adaugă cuibul de drojdie, iar răcirea se continuă pînă la 18°C, cînd plămada zaharificată se pompează în linul de fermentare.

Această metodă de zaharificare, care mai este practicată de unele fabrici de spirt prezintă dezavantajul că diastaza este inactivată în măsură mai mică sau mai mare, prin temperatura ridicată a masei fierte din fierbător în zona în care aceasta pătrunde în zaharificator.

Dacă zaharificarea nu se execută cu deosebită atenție și conștiinciozitate, diastaza poate fi inactivată în asemenea măsură, încît în faza de fermentare finală a plămezilor nu mai poate avea loc zaharificarea dextrinelor, care rămîn nefermentate, aceasta constituind o însemnată pierdere, randamentele în spirt putînd să scadă cu 20—30%.

Din aceste motive, acest procedeu de zaharificare a început să fie abandonat de către fabrici și înlocuit cu alte procedee mai simple și sigure.

Procedeul de zaharificare după descărcarea fierbătoarelor. Acest procedeu este cel mai răspîndit, deoarece pe de o parte riscul distrugerii diastazei este mult mai redus, iar pe de altă parte este mai simplu și necesită o durată mai mică.

Zaharificarea plămezilor după descărcarea fierbătoarelor se execută astfel:

Se introduce în zaharificator o cantitate redusă de apă (pînă la paletele agitatorului) în care se adaugă 5—7% din cantitatea de lapte de slad pregătită.

După ce s-a închis gura de vizitare de pe capacul zaharificatorului, se începe descărcarea fierbătoarelor, care se execută fără întrerupere și fără a urmări temperatura în zaharificator.

Concomitent cu descărcarea fierbătoarelor sînt puse în funcțiune agitatorul și sistemul de răcire a zaharificatorului.

După acest procedeu, o baterie de trei fierbătoare este descărcată în circa 15 min, față de 45—50 min, în cazul procedeului de zaharificare descris anterior.

Cînd descărcarea fierbătoarelor este terminată, se începe urmărirea temperaturii.

La 72—73°C se adaugă circa 1/3 din laptele de slad rămas, iar agitarea și răcirea plămezii continuă pînă la temperatura de 63—64°C, la care se adaugă restul de lapte de slad, temperatura scăzînd după o agitare de circa 5 min la 60—62°C. La această temperatură se oprește agitatorul și răcirea, plămada fiind lăsată în pauză de zaharificare timp de 30 min.

După expirarea timpului pentru zaharificare se execută proba de zaharificare.

Plămada se răcește apoi la 30°C, temperatură la care se adaugă cuibul de drojdie, și în continuare pînă la temperatura de 18°C, apoi este pompată la linurile de fermentare.

Procedeul modern de zaharificare. Acest procedeu a fost elaborat după numeroase cercetări și determinări practice și se caracterizează prin faptul că laptele de slad se adaugă dintr-o singură dată, nepoționat, iar pauza de zaharificare de 30 min a fost eliminată.

Pentru aplicarea în practică a acestui procedeu trebuie îndeplinite următoarele condiții:

— materia primă trebuie să fie fiartă corespunzător;

— sladul folosit să fie fin mărunțit, să aibă o bună putere diastatică (să provină dintr-un orz cu cel puțin 90% capacitate de germinare) și să fie dezinfectat înainte de folosire.

Modul de lucru este următorul: după expirarea timpului de fierbere, autoclava sau autoclavele (dacă sînt mai multe) se descarcă fără întrerupere și fără a ține seama de temperatura din zaharificator. Răcirea plămezii continuă — neexistînd pericolul cleificării dacă fierberea a fost bine executată — pînă la temperatura de 57°C, la care se adaugă întreaga cantitate de lapte de slad.

Zaharificarea plămezii se efectuează în mers în intervalul de temperatură între 57 și 45°C. La temperatura de 30°C a plămezii se introduce în plămadă cuibul de drojdie, iar la 18°C acesta se pompează la linuri.

Acest procedeu prezintă avantajul esențial al unei importante economii de timp. Spre exemplu, o fabrică de spirt care efectuează 10 zaharificări în 24 de ore, dacă renunță — aplicînd acest procedeu — la pauza de zaharificare, realizează o economie de 300 min (6 ore) în 24 ore, adică aceeași producție se realizează în numai 18 ore. În fond acest procedeu pune în evidență o importantă rezervă de capacitate în fazele de fierbere și zaharificare, contribuind substanțial la îmbunătățirea indicilor economici ai fabricii. Este de reținut de asemenea că și în cazul cînd prin acest procedeu se formează cu circa 10% mai puțină maltoză, diastaza care practic a rămas intactă la temperatura convenabilă de zaharificare acționează energic în faza de fermentare, iar în final randamentul în spirt este același ca în cazul procedeului clasic de zaharificare.

Un alt procedeu care a început să se răspîndească pe scară mondială este procedeul de zaharificare cu preparate enzimatice amilolitice. Acesta constă în folosirea mucegaiului *Aspergillus orizae* sau *Aspergillus niger* (care conține diastază) în locul sladului. Cultura pură de mucegai se înmulțește în condiții speciale în cantități necesare și se introduce apoi în zaharificator peste plămezile fierte și răcite la temperatura de 60°C.

Zaharificarea durează circa 1 oră, după care restul operațiilor se desfășoară ca și în cazul zaharificării cu slad.

Principalul avantaj al acestui procedeu constă în eliminarea sladului, a cărui producere este mai scumpă decît a fabricării preparatelor amilolitice.

Controlul zaharificării. La operația de zaharificare se verifică următorii parametri ai plămezii: gradul de zaharificare, gradul Balling (Bllg), temperatura și aciditatea. Deosebit de acestea, periodic, se efectuează și controlul microbiologic al plămezilor zaharificate.

Gradul de zaharificare se controlează cu o soluție de iod-iodură de potasiu, care se prepară dizolvînd 1 g iod (I) și 2 g iodură de potasiu (KI) în 300 cm^3 de apă.

Pe o placă de porțelan sau de faianță de culoare albă se pun 2—3 picături de plămadă filtrată din proba care s-a luat cu circa 5 min înainte de expirarea pauzei de zaharificare. Peste plămada filtrată se adaugă 2—3 picături de iod. Dacă după amestecare culoarea nu se schimbă, aceasta este o indicație că zaharificarea este bună. Dacă apare însă o culoare violetă sau roșie, rezultă că în plămadă mai sînt dextrine nezaharificate din cauza unei greșeli care s-a făcut anterior (putere diastazică redusă a sladului, opărirea diastazei la zaharificare). De cele mai multe ori, aceste plămezi nu se pot corecta corespunzător, astfel că în final rămîne substanța utilă sub formă de dextrine, care, nefiind fermentată, determină scăderea randamentului.

Scanned with OKEN Scanner

Concentrația plămezii în substanță uscată se exprimă în grade Balling, *un grad Balling* reprezentînd 1 g substanță uscată dizolvată în 100 cm³ soluție.

Concentrația plămezii zaharificate se determină într-o probă de plămadă zaharificată și se măsoară cu areometrul Balling.

După adăugarea cuibului de drojdie, o plămadă zaharificată nu trebuie să aibă mai puțin de 14°Bllg sau mai mult de 18°Bllg. În primul caz, nu se utilizează economic linurile de fermentare, la același volum de fermentare rezultînd o cantitate mai mică de spirt, iar în al doilea caz, concentrația prea mare a plămezii mărește viscozitatea plămezii, iar fermentarea se prelungește peste durata medie normală a unui ciclu.

Cea mai potrivită concentrație a plămezii este de 16—17°Bllg. Aceasta se realizează în faza de fierbere prin stabilirea unei proporții juste, între apă și cerealele supuse fierberii.

Aciditatea naturală a plămezii zaharificate trebuie să fie de maximum 0,2°Dlb, iar în cazul materiilor prime care au suferit alterări, 0,3—0,4°Dlb.

Avînd în vedere importanța respectării diferitelor intervale de temperatură este necesar ca să se folosească numai termometre verificate de metrologie.

Pe lîngă cele de mai sus, controlul tehnic de calitate trebuie să cuprindă și controlul microbiologic al plămezilor zaharificate. Acesta se efectuează cu ajutorul microscopului sau prin analiza de laborator folosind o metodă care va fi descrisă la capitolul privind fermentarea plămezilor zaharificate. Controlul microbiologic la zaharificare poate da de la început o indicație, dacă infecția cu bacterii provine din această fază a procesului tehnologic.

D. PROTECȚIA MUNCII LA ZAHARIFICARE

Operatorul de la zaharificare trebuie să respecte cu strictețe următoarele reguli de protecție a muncii pentru a preveni accidentele de muncă:

— În zaharificator se poate intra pentru spălare numai după ce se constată cu flacără deschisă lipsa bioxidului de carbon. În cazul existenței bioxidului de carbon, zaharificatorul se spală cu un jet puternic de apă, iar ventilul de pe conducta de golire se lasă deschis.

— Pătrunderea muncitorului în zaharificator este permisă numai după ce s-a întrerupt sursa de curent electric (scoaterea siguranțelor de la sistemul de acționare a agitatorului).

— Nu este permisă pătrunderea în zaharificator pe timpul funcționării agitatorului.

— Deoarece zaharificatoarele nu sînt izolate termic, pe timpul descărcării fierbătoarelor se va păstra o distanță de circa 1 m față de zaharificator.

— La manipularea formalinei se vor folosi ochelarii și mănușile de protecție.

— Orice defecțiune a sistemului electric se anunță fără întîrziere electricianului de serviciu.

APLICAȚII

1. Să se determine cantitatea G de slad, necesară pentru zaharificarea unei plămezi obținute din fierberea a 3 600 kg porumb cu 56% amidon, știind că pentru zaharificarea a 100 kg amidon sînt necesare 13 kg de slad.

$R : G = 262{,}08$ kg slad.

2. Să se calculeze cantitatea necesară de formalină, în litri, care trebuie să se adauge unei plămezi zaharificate de 16 000 l, știind că pentru combaterea infecțiilor în timpul fermentării, plămada trebuie să conțină 0,020% formalină.

$R : 3{,}2$ litri formalină.

3. Știind că volumul geometric al zaharificatorului trebuie să fie cu 10% mai mare decît al fierbătoarelor care-l deservesc, să se calculeze volumul în metri cubi al unui zaharificator în care se descarcă 3 fierbătoare cu capacitatea de 7 000 l fiecare.

$R : 23{,}1$ m³.

Capitolul XXIII

NOȚIUNI DE MICROBIOLOGIE INDUSTRIALĂ

Fabricarea spirtului pe cale fermentativă se bazează pe proprietatea pe care o au unele drojdii selecționate de a transforma zaharurile fermentescibile în alcool și bioxid de carbon. Acest fenomen se numește *fermentație alcoolică*.

Denumirea de fermentație provine de la efervescența lichidului supus fermentării (asemănătoare cu o fierbere) provocată de degajarea bioxidului de carbon. Rezultatul unei fermentații alcoolice este apreciat după cantitatea de alcool care se obține din zahărul supus fermentării.

Deoarece drojdia are un rol hotărîtor în obținerea de randamente corespunzătoare, este necesar să se cunoască anumite elemente în legătură cu structura și funcțiile celulei de drojdie, cu specia de drojdii folosite la fabricarea spirtului, cu influența anumitor factori asupra activității drojdiilor etc.

De asemenea, avînd în vedere faptul că și alte microorganisme decît drojdia (îndeosebi bacteriile) denumite și microorganisme străine sau de infecție, sînt prezente alături de drojdie, în mediile supuse fermentării alcoolice, este util să se cunoască mijloacele de combatere a acestora.

Practic, într-o fabrică de spirt nu se poate realiza fermentația pură din punctul de vedere microbiologic. Cu alte cuvinte, în mediile supuse fermentării, pe lîngă drojdii, care predomină cantitativ, se mai găsesc și alte microorganisme, în cantitate mai mare sau mai mică, în raport cu preocuparea care există într-o fabrică pentru combaterea lor.

Microorganismele străine consumă din substanța utilă (zahăr fermentescibil) și prin produsele lor de metabolism pot provoca slăbirea sau chiar inactivarea drojdiilor, efectul fiind diminuarea randamentului în alcool.

În cele ce urmează se redau noțiunile principale despre drojdii, bacterii și mucegaiuri întîlnite în procesul tehnologic de fabricație a spirtului și drojdiei de panificație.

A. DROJDIILE

Drojdiile folosite în industria fermentativă, la fabricarea spirtului, a drojdiei de panificație și a berii, sînt plante microscopice unicelulare; au dimensiunea de 6—10μ și nu conțin clorofilă. Ele fac parte din familia *Saccharomycetaceae*, genul *Saccharomyces* (*Meyen Ress*) specia *Saccharomyces cerevisiae*.

Scanned with OKEN Scanner

Caracteristic acestor drojdii numite și drojdii adevărate este faptul că fermentează energic și complet zahărul.

Acesta este criteriul de bază după care se selecționează drojdiile pentru industria fermentativă.

Selecționarea constă în izolarea unei singure celule, căreia i se creează condiții de multiplicare în medii lichide sterilizate pînă la obținerea unei culturi pure de laborator.

Cultura pură de laborator este apoi multiplicată în 2—3 faze în fabrică, pînă la obținerea cantității de drojdie necesară fermentării plămezilor.

După modul de fermentare se deosebesc două feluri de drojdii cultivate: așa-numitele drojdii de fermentație inferioară și drojdiile de fermentație superioară.

Aceste denumiri se bazează pe faptul că drojdia de fermentație inferioară utilizată la fabricarea berii formează un sediment în tancurile de fermentare, în timp ce drojdiile de fermentație superioară folosite la fabricarea spirtului se dispersează uniform în toată masa lichidului care fermentează.

O altă deosebire între aceste drojdii constă în aceea că pentru drojdiile de fermentație inferioară optimum de temperatură este cuprins între 8 și 12°C, iar pentru drojdiile de fermentație superioară între 25—30°C.

Drojdiile de fermentație inferioară produc o cantitate mică de alcool, în comparație cu cele de fermentație superioară.

Structura și funcțiile enzimatice ale celulei de drojdie

Celula de drojdie (fig. 145) este alcătuită din membrana celulară *1*, membrana semipermeabilă *2*, citoplasma *3*, nucleul *4*, vacuole *5*, vacuole cu glicogen *6*, picături de grăsime *7*, granule de substanțe proteice *8* etc.

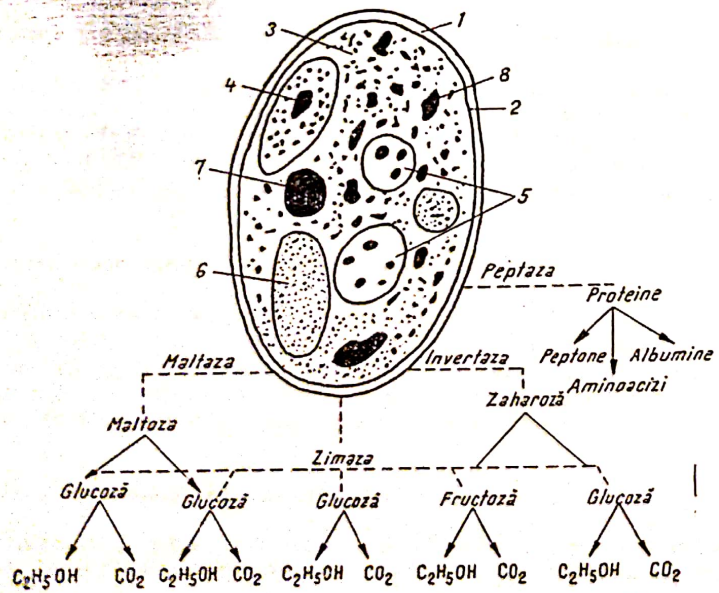


Fig. 145. Structura și funcțiile enzimatice al celulei de drojdie.

După cum s-a arătat anterior, drojdia este agentul de fermentație care transformă zaharurile fermentescibile în alcool și bioxid de carbon.

Această transformare se datorește unor substanțe secretate de drojdie, numite enzime.

În figura 145 este reprezentată schematic acțiunea principalelor enzime din drojdie. Astfel, enzima numită invertază scindează zaharoza din materiile prime în care aceasta se găsește (suc de sfeclă, de zahăr, melasă etc.), rezultînd o moleculă de glucoză și una de fructoză.

De asemenea, o altă enzimă secretată de drojdie, numită maltază, scindează maltoza provenită din materii prime amidonoase (cereale sau cartofi) în două molecule de glucoză.

De îndată ce în mediu apar aceste monozaharide, ca urmare a acțiunii invertazei sau a maltazei, intervine o altă enzimă din drojdie, numită zimază. Sub acțiunea acestei enzime, glucoza și fructoza sînt transformate în alcool etilic (C_2H_5OH) și bioxid de carbon (CO_2).

Capacitatea de fermentare a drojdiilor

La fabricarea spirtului se folosesc drojdii care fermentează energic și suportă concentrații mari de alcool. Drojdiile care se comportă astfel sînt apreciate ca drojdii cu capacitate mare de fermentare. Capacitatea de fermentare a unei drojdii depinde de conținutul ei în enzime și îndeosebi de conținutul în zimază.

Deși înmulțirea celulelor de drojdie încetează la o concentrație alcoolică de 4—5%, o drojdie cu o bună capacitate de fermentare trebuie să continue fermentarea, pînă la o concentrație alcoolică de circa 10%.

Influența temperaturii asupra activității drojdiilor

De o importanță deosebită pentru înmulțirea și activitatea fermentativă a drojdiei este temperatura mediului în care acesta se află.

Optimum de activitate al drojdiilor utilizate la fabricarea spirtului și a drojdiei de panificație este de 25—30°C. S-a constatat însă că, chiar la 34—36°C, activitatea fermentativă a drojdiei nu este influențată negativ.

Peste aceste temperaturi capacitatea fermentativă a drojdiei scade, ca să fie anulată la temperatura de 50°C la care zimaza din celule este distrusă.

Influența pH-ului mediului asupra drojdiilor

Fermentația alcoolică a drojdiilor se desfășoară în mediu acid, adică la un *p*H sub 7.

Deși este dovedit faptul că drojdia acționează mult mai activ în mediu neutru (la *p*H 7) decît în mediu acid, totuși în practică se realizează fermentația în mediu acid, deoarece aciditatea este un mijloc de combatere a infecțiilor bacteriene.

Domeniul *p*H-ului în care drojdia se multiplică și fermentează este influențat de compoziția mediului nutritiv și de conținutul în alcool al acestuia.

Astfel, într-un mediu de fermentare cu 4,5% alcool, limita inferioară a *p*H-ului pentru activitatea drojdiilor este de 1,8. La un conținut de 5,5—6%

Scanned with OKEN Scanner

alcool, valoarea minimă a *p*H-ului suportat de drojdii este de 2,3, iar la 8,5—12,5% alcool limita inferioară a *p*H-ului la care drojdia mai acționează este de 3,5.

La aceste valori inferioare al *p*H-ului, capacitatea de înmulțire și de fermentare a drojdiilor scade foarte mult, însă ele nu sînt distruse. Această rezistență a drojdiilor la acidități ridicate are o importanță deosebită pentru activitatea practică. Microorganismele de infecție nu rezistă la acidități ridicate — adică la valori scăzute ale *p*H-ului — și pe acest considerent, în fabricile de spirt și drojdie se aplică metoda de purificare a cuibului de drojdie cu acid sulfuric.

Intervalul optim pentru activitatea drojdiei este cuprins între *p*H 4,5 și 5,5. La fabricarea drojdiei în vederea combaterii infecțiilor, în primele faze de multiplicare, se poate coborî sub limita inferioară pînă la *p*H 4. La fabricarea spirtului din cereale, *p*H-ul plămezilor în fermentare nu trebuie să scadă sub 4,2 deoarece poate fi distrusă amilaza, care zaharifică amidonul.

În întreprinderile de spirt și drojdie, *p*H-ul optim al mediilor (plămezilor) care se supun fermentării se realizează cu ajutorul acidului sulfuric, care nu trebuie să conțină mai mult de 0,001% arsen.

Un alt aspect de care trebuie să se țină seama în activitatea practică este faptul că însăși drojdia prin activitatea sa produce acizi organici, scăzînd astfel *p*H-ul mediului.

În practică, la fabricarea spirtului și a drojdiei comprimate se poate stabili chiar fără analize speciale de laborator care este cauza creșterii acidității plămezilor în fermentare.

Astfel, la o desfășurare normală a procesului de fermentație, creșterea acidității datorită activității drojdiilor este mult mai mică decît în cazul plămezilor infectate cu microorganisme străine.

Influența concentrației în zahăr asupra activității drojdiilor

Activitatea drojdiilor este influențată de concentrația în zahăr a mediului. La concentrații reduse de zahăr, viteza de fermentare a drojdiei este mai mare decît în cazul concentrațiilor ridicate. Cînd concentrația în zahăr depășește limita de 20%, viteza de fermentare a drojdiilor scade foarte mult.

Aceasta explică necesitatea diluării melaselor înainte de fermentare.

Influența concentrației alcoolice asupra drojdiilor

Drojdiile se înmulțesc pînă la concentrația de 4—5% alcool. La concentrații mai mari de alcool, înmulțirea drojdiilor este practic oprită.

De această particularitate a drojdiei se ține seama la fabricarea spirtului, în vederea creării condițiilor pentru acumularea unei cantități suficiente de drojdie pentru fermentarea completă a zaharurilor.

Influența oxigenului asupra activității drojdiilor

Multiplicarea drojdiilor este stimulată în prezența oxigenului. Acesta este unul dintre factorii de bază de care se ține seamă la fabricarea drojdiei comprimate.

Și în fabricile de spirt se folosește acțiunea stimulatoare a oxigenului din aer. Astfel, cînd în vasele de preparare, drojdiile nu se înmulțesc corespunzător, multiplicarea este stimulată prin barbotarea plămezilor cu aer. Totodată se îndepărtează și bioxidul de carbon format, fapt care de asemenea favorizează accelerarea activității drojdiilor.

B. BACTERIILE, MUCEGAIURILE ȘI DROJDIILE SĂLBATICE

În industria spirtului și a drojdiei comprimate trebuie să existe o preocupare permanentă pentru combaterea microorganismelor străine, numite și microorganisme de infecție.

În timp ce drojdia de cultură transformă zahărul în alcool și bioxid de carbon, microorganismele străine consumă din zaharul existent în mediu, determinînd astfel scăderea randamentului în alcool.

Microorganismele străine care se întîlnesc la fabricarea spirtului și a drojdiei comprimate sînt bacteriile, mucegaiurile și drojdiile sălbatice.

1. BACTERIILE

Bacteriile, numite și schizomicete, deoarece se înmulțesc prin divizarea celulei, sînt răspîndite în sol, în apă și în aer. Sînt numeroase feluri de bacterii care se deosebesc prin forma lor exterioară (bastonașe scurte sau lungi, sfere etc.), prin condițiile de viață și prin produsele lor de metabolism.

În fabricile de spirt și drojdie comprimată, cele mai de temut sînt bacteriile butirice, bacteriile lactice și foarte rar bacteriile acetice.

Efectul dăunător al acestor bacterii constă nu numai în faptul că ele consumă o parte din zahăr pentru metabolismul propriu, ci și în aceea că prin acidul format pot slăbi sau distruge unele enzime în procesul de fermentare a cerealelor sau cartofilor, afectînd astfel și mai mult randamentele în alcool.

2. MUCEGAIURILE

Mucegaiurile nu se dezvoltă în plămezi, deoarece sînt aerobe. În fabricile de spirt, în care curățenia nu este corespunzător întreținută, ele se dezvoltă pe pereții umezi, pe plafoane și pe vasele de lemn.

Deși mucegaiurile nu sînt direct dăunătoare, în procesul de fabricație, totuși trebuie combătute, întrucît de cele mai multe ori sînt asociate cu bacterii dintre care unele pot cauza perturbații cu urmări grave.

3. DROJDIILE SĂLBATICE

Drojdiile numite sălbatice, false sau necultivate, sînt drojdiile care nu formează spori. Dintre acestea, la fabricarea spirtului și în special la fabricarea drojdiei comprimate interesează cele din genurile *Torula* și *Micoderma*.

Din genul *Torula*, reprezentativă este drojdia sălbatică *Torula utilis*, numită și drojdie de nutreț, care este redată în figura 146.

Scanned with OKEN Scanner

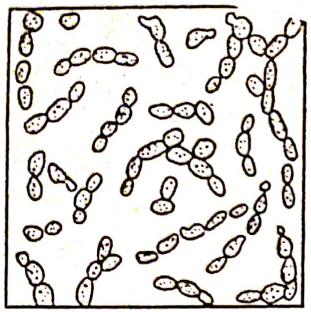


Fig. 146. Drojdia *Torula utilis* (500 x).

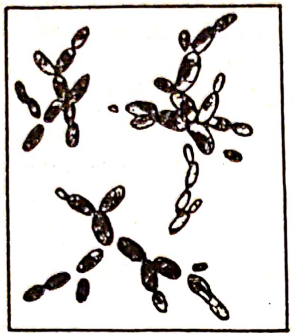


Fig. 147. Drojdia *Micoderma cerevisiae* (500 x).

Această drojdie are o capacitate fermentativă redusă. Poate să producă prin fermentarea zaharozei şi mai puţin a maltozei cel mult 4% alcool.

Din genul *Micoderma*, drojdia *Micoderma cerevisiae* este cea mai cunoscută (fig. 147).

Celulele sînt de formă cilindrică şi uneori ovale şi pot fi recunoscute uşor la microscop prin lanţurile de celule ramificate.

Micoderma cerevisiae nu produce fermentaţie alcoolică, iar în prezenţa oxigenului oxidează alcoolul şi acizii organici, pînă la bioxid de carbon şi apă.

Drojdiile sălbatice *Torula utilis* şi *Micoderma cerevisiae* nu se pot dezvolta în plămezile de spirt, datorită conţinutului în alcool şi a acidităţii ridicate a acestora.

În schimb, ele sînt deosebit de dăunătoare la fabricarea drojdiei de panificaţie, deoarece găsesc mediu prielnic de dezvoltare în plămezile în care se multiplică drojdiile de cultură.

Infecţiile frecvent întîlnite sînt cele cu drojdia *Micoderma cerevisiae*, care în cazul neglijării măsurilor de combatere, acestea pot să reprezinte chiar pînă la 50% din masa celulelor de drojdii, compromiţînd astfel total calitatea drojdiei comprimate.

Capitolul XXIV

PREPARAREA DROJDIILOR DE CULTURĂ

A. CONSIDERAŢII GENERALE

După cum s-a arătat la capitolul anterior, prin procesul de zaharificare se formează circa 80% maltoză şi circa 20% dextrine, acestea din urmă fiind şi ele transformate în maltoză în procesul de fermentare de către diastaza rămasă activă.

Transformarea maltozei în alcool se realizează cu ajutorul enzimelor după următoarele reacţii:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$$

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5{-}OH + 2CO_2 + 22 \text{ kcal}$$

Alegerea unei drojdii corespunzătoare, multiplicarea ei în condiţii optime în cultura de laborator şi apoi în cea de fabrică prezintă o importanţă deosebită pentru obţinerea de rezultate bune în fabricaţie.

Toate eforturile făcute în fazele procesului tehnologic, anterioare fermentării, pot fi anulate dacă fermentarea nu se desfăşoară normal, din cauza unei drojdii care nu a fost bine aleasă sau nu a fost corect multiplicată.

Cultura pură de laborator se obţine în condiţii speciale, izolîndu-se o singură celulă care se multiplică în medii nutritive sterilizate cu îngrijire. Dacă după mai multe verificări practice acestea se comportă în modul dorit, devine cultura din care laboratorul specializat sau fabrica la care s-a preparat livrează periodic — de obicei la începutul campaniei — altor fabrici culturi pure preparate din cultura de bază

Prepararea drojdiilor de către fabrică prin multiplicarea culturii de laborator se bazează pe folosirea justă a legilor naturale cărora le este supusă viaţa drojdiilor, adică oferirea sistematică de condiţii de viaţă (hrană, temperatură, aciditate etc.) care favorizează drojdia în lupta împotriva altor microorganisme. În acest mod se ajunge ca dintr-un amestec iniţial de microorganisme să predomine cultura cultivată, adică drojdia.

B. UTILAJE FOLOSITE PENTRU PREPARAREA CUIBULUI DE DROJDIE

În fabricile de spirt sînt amenajate încăperi speciale în care se montează instalaţiile pentru prepararea cuibului de drojdie.

O instalaţie de preparare a culturii de drojdie, în raport cu capacitatea fabricii de spirt, este formată în principal dintr-un vas sau două pentru pregătirea mediului de cultură şi două sau mai multe vase (drojdiere) pentru prepararea cuibului.

În figura 148 este prezentată schema tehnologică de principiu pentru prepararea cuibului de drojdie.

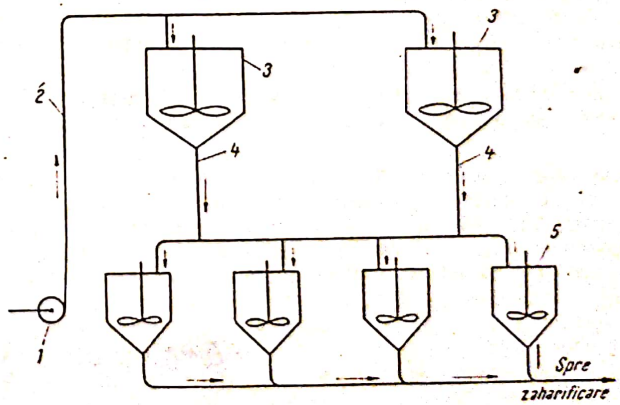


Fig. 148. Schema tehnologică de preparare a drojdiei de însămînţare.

Scanned with OKEN Scanner

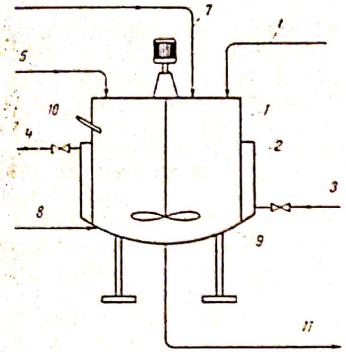


Fig. 149. Vas de preparare a mediului de cultură pentru drojdii.

Cu pompa *7* este preluată o cantitate stabilită de plămadă zaharificată din zaharificator, care se pompează prin conducta *2* în vasul *3* de preparare a mediului de cultură.

Prin conducta *4*, mediul de cultură pătrunde în drojdierele *5* în care se prepară alternativ cuibul de drojdie.

Cînd cuibul de drojdie este apt folosirii, prin conducta *6*, este inoculat în plămada zaharificată, în zaharificator.

Atît vasul pentru prepararea mediului de cultură, cît și drojdierele, sînt construite din cupru sau tablă inoxidabilă, antiacidă. Au forma cilindrică, capacul și fundul fiind ușor bombate.

Sînt prevăzute cu agitatoare, instalație de abur, apă, supape de vid și suprapresiune, tijă pentru termometru, capac de vizitare.

În figura 149 este redată în secțiune construcția unui vas pentru prepararea mediului de cultură.

Corpul vasului *7* este dublat de o manta *2* prin care circulă apa de răcire care intră prin racordul *3* și iese din manta prin racordul *4*. Prin conducta *5* este introdusă în vas plămada zaharificată, prin conducta *6*, apa pentru spălare sau diluare, iar prin conducta *7* laptele de slad.

Aburul pentru sterilizarea mediului se introduce prin racordul *8*. Agitatorul *9* servește pentru omogenizarea mediului de cultură, în tija *10* se introduce termometrul pentru urmărirea temperaturii, iar prin conducta *11* mediul de cultură este trecut în drojdier.

Construcția drojdierelor este similară celei a vaselor de preparare a mediilor de cultură.

Capacitatea vaselor de preparare a mediilor cît și a drojdiilor lor este de 1 000—4 000 l în funcție de volumul de spirt produs zilnic.

C. PROCESUL TEHNOLOGIC DE PREPARARE A CUIBULUI DE DROJDIE

Pregătirea cuibului de drojdie într-o fabrică de spirt care prelucrează cereale sau cartofi se execută după următoarea schemă:

— pregătirea mediului special de cultură (plămădirea și zaharificarea);
— acidificarea plămezii;
— conducerea procesului de multiplicare a drojdiilor.

1. PREGĂTIREA MEDIULUI SPECIAL DE CULTURĂ

După cum s-a arătat anterior, pentru fabricarea spirtului se cere o drojdie cu însușiri verificate, adică să fie cît mai viguroasă, capabilă să se înmulțească repede și totodată în stare să fermenteze plămezi cît mai concentrate și să suporte astfel concentrații cît mai mari de alcool.

De asemenea, drojdia trebuie să suporte o aciditate cît mai mare, pe de o parte pentru a se multiplica și dezvolta în plămezi de la început acidulate, iar pe de altă parte, ca să poată rezista unei acidități crescute, care se produce în plămezi, cînd acestea sînt infectate cu bacterii lactice.

Însușirea pe care o are drojdia de a se dezvolta, în medii a căror aciditate este destul de crescută pentru a împiedica dezvoltarea bacteriilor care infectează mediul, face posibilă pregătirea zilnică, pentru fiecare șarjă de plămadă ce se supune fermentării, a unei culturi tehnic pure de drojdie. Pe de altă parte, pentru a obține o drojdie cu o mare putere de fermentare, adică bogată în enzime, trebuie ca mediul de cultură să fie bogat în alimente azotate asimilabile.

Din motivele arătate mai sus, pentru obținerea cuibului de drojdie în vederea fermentării trebuie să se pregătească un mediu de cultură special. Acest mediu de cultură se prepară din plămadă dulce (zaharificată), căreia i se adaugă lapte de slad sau făină de secară. La începutul campaniei, cînd fabricile nu au plămadă dulce, pentru fermentarea primelor plămezi se utilizează drojdia comprimată.

Mediul special de cultură se prepară astfel:

Se pompează din zaharificator în vasul de preparare a mediului o cantitate stabilită de plămadă zaharificată în care nu s-a adăugat drojdie.

În întreprinderile de spirt din cereale sau cartofi pentru fiecare 1 200—1 300 l plămadă zaharificată (dulce) care se supune fermentării sînt necesari 100 l cuib de drojdie.

Peste plămada zaharificată adusă în vasul de preparare a mediului se adaugă lapte de slad, calculîndu-se pentru fiecare 100 l plămadă zaharificată circa 5 kg slad sub formă de lapte de slad.

Se ridică temperatura mediului la 60—62°C, la care se menține timp de o oră pentru zaharificare. Plămada obținută astfel are o concentrație de 20—22°Bllg.

2. ACIDULAREA MEDIULUI DE CULTURĂ PENTRU DROJDII

Pentru a împiedica dezvoltarea microorganismelor străine în plămadă și a obține o cultură de drojdie practic pură, în mediul de cultură se dezvoltă sau se introduce un acid care are rol antiseptic, în cantitate suportabilă de drojdii.

În industria spirtului din cereale și cartofi se practică două metode de acidulare a mediilor de cultură pentru drojdii: metoda cu acid lactic și metoda cu acid sulfuric.

Metoda de acidulare cu acid lactic. Este cea mai veche metodă și se bazează pe formarea, în mediul de cultură, a acidului lactic fie de către bacteriile lactice care se găsesc în atmosferă și infectează spontan plămada, fie de bacteriile de cultură (*Bacillus Delbrücki*), care se adaugă de către fabrică, la începutul campaniei, în primul mediu de cultură.

Un flacon de 100 ml de cultură pură de bacterii lactice este suficient pentru însămînțarea a 250—300 l plămadă. În regimul continuu de fabricație, din fiecare plămadă care se pregătește ca mediu de dezvoltare a drojdiilor, se reține o cantitate de maia pentru plămada următoare, astfel că, pe tot timpul campaniei, nu mai este necesară folosirea repetată a culturii de bacterii lactice.

Scanned with OKEN Scanner

După însămînțarea mediului de cultură cu bacterii lactice sau cu maia, reținută de la plămada anterioară, se ridică temperatura mediului la 55°C cu apă caldă, care se introduce în mantaua dublă. Este important să se mențină riguros temperatura de 55°C, deoarece, peste această temperatură, bacteriile lactice slăbesc, iar sub această temperatură, se ajunge în zona favorabilă dezvoltării altor microorganisme.

Gradul dorit de acidulare a mediului, în care s-au dezvoltat bacteriile lactice, se atinge într-un timp maxim de 24 de ore, după felul materiei prime care formează mediul (plămadă de cereale sau de cartofi) și după felul cum a fost respectată temperatura.

În medie, prin acidulare cu bacterii lactice, se atinge un grad de aciditate, corespunzător la 1,5—2° Delbrück, adică aciditatea din 20 ml plămadă se neutralizează cu 1,5—2 ml soluție NaOHn.

După ce s-a atins gradul de aciditate convenabil, bacteriile lactice trebuie distruse, deoarece prezența lor mai departe în plămezile zaharificate care se supun fermentării poate dăuna în asemenea măsură, încît randamentul în spirt în aceste cazuri scade chiar pînă la 50% din cel normal.

Distrugerea bacteriilor lactice se realizează prin pasteurizare, adică prin ridicarea temperaturii mediului de cultură la 75—80°C, timp de 15 min. Înainte de pasteurizare, se reține din mediul acidulat o porțiune de maia pentru însămînțarea plămezii următoare de cultură. Această se păstrează într-un vas curat la temperatura de 55°C, sau se răcește la temperatura de 15°C, cînd utilizarea ei este prevăzută cu cîteva ore mai tîrziu.

Acidularea mediilor de preparare a cuibului de drojdie prin fermentație lactică necesită o durată de 24 de ore față de cîteva minute în cazul acidulării cu acid sulfuric.

Pe de altă parte, metoda de acidulare prin fermentare lactică este neeconomică, deoarece formarea acidului lactic are loc pe seama transformării glucozei în acid lactic, diminuîndu-se astfel randamentul în alcool la prelucrarea materiilor prime amidonoase. Din aceste considerente, acidularea prin fermentație lactică este din ce în ce mai rar folosită. Modul de lucru trebuie însă să fie cunoscut, deoarece sînt situații speciale cînd aceasta trebuie să fie aplicată (lipsă de acid sulfuric).

Metoda de acidulare cu acid sulfuric. Această metodă prezintă următoarele avantaje:

— simplificarea operației de acidulare a mediilor de dezvoltare a drojdiilor;

— siguranță în stabilirea gradului dorit de aciditate;

— siguranță în executarea operației de acidifiere, nemaifiind necesar să se conducă o fermentație care cere o atenție continuă;

— posibilitatea de a descoperi, prin examen microscopic, existența unei infecții, știind că, atunci cînd acidularea s-a făcut prin fermentare lactică, nu se pot ușor deosebi bacteriile lactice care s-au cultivat în mod voit (și care au fost distruse) de cele care au infectat ulterior plămada;

— alt avantaj esențial al folosirii acidului sulfuric constă în faptul că, față de acidificarea cu acid lactic la care ciclul total de preparare a cuibului de drojdie este de 48 de ore, timpul necesar de preparare și pregătire a cuibului de drojdie este de numai 20 de ore.

Pentru acidularea plămezilor se folosește acid sulfuric de 66 grade Beaumé, liber de arsen.

Cantitatea de acid sulfuric adăugată nu trebuie să depășească limita prescrisă, deoarece în exces este toxic pentru drojdii.

Acidul sulfuric se adaugă înainte de pasteurizarea plămezii, care se face cu ajutorul aburului indirect. Și în cazul acidulării mediilor de cultură cu acid sulfuric, este necesară pasteurizarea, pentru distrugerea bacteriilor lactice, care în mod frecvent infectează sladul.

Cantitățile de acid sulfuric care se folosesc la 1 hl de plămadă de 16—18°Bllg precum și aciditatea corepunzătoare sînt prezentate în tabela 13.

Tabela 13

Cantitatea de acid sulfuric care se adaugă pentru acidulare la 1 hl de plămadă

Felul plămezii	Cantitatea de acid sulfuric concentrat necesară la 1 hl plămadă, cm³	Aciditatea plămezii după adăugarea acidului sulfuric °Dlb.
Plămadă de porumb	100—110	0,8—0,9
Plămadă de cartofi	150—160	1,2—1,5
Plămadă de secară	110—120	0,9—1,0

3. CONDUCEREA PROCESULUI DE MULTIPLICARE A DROJDIILOR

După pasteurizare, plămada zaharificată și acidulată se răcește de la temperatura de 75—80°C, la cea de însămînțare cu drojdii de 30°C. Răcirea pînă la temperatura de 30°C trebuie să se facă energic, pentru a trece cît mai repede prin zona de temperatură de 45—35°C, care este optimă dezvoltării bacteriilor butirice, foarte periculoase prin nocivitatea puternică asupra drojdiilor (a acidului butiric care eventual s-ar forma).

Cînd s-a ajuns la temperatura de 30°C, se însămînțează mediul fie cu cultură pură de laborator (care se prepară pe mediu de melasă ca și culturile pentru fabricarea spirtului din melasă), fie prin însămînțare din alt drojdier, în care caz, aceasta se realizează de asemenea în mod steril, în sistem închis, prin împingerea lichidului din drojdierul de însămînțare cu aer comprimat.

După însămînțare și omogenizare, temperatura mediului este coborîtă (cu ajutorul sistemului de răcire) la 20°C.

În tot cursul multiplicării drojdiilor care durează 24 de ore, cel puțin o dată la 8 ore se verifică aciditatea și gradul Balling al plămezii și din 2 în 2 ore temperatura.

Temperatura nu trebuie să depășească 30°C sau să scadă sub 27°C.

Aciditatea, în mod normal, în decurs de 24 de ore crește cu 0,1—0,2 grade Delbrück. De îndată ce creșterea este mai mare, se presupune o infecție cu bacterii lactice.

Gradul Balling al plămezii — după 24 de ore — scade la circa 1/3 din valoarea inițială. Astfel, o plămadă care a avut inițial 21° Balling, după multiplicarea drojdiilor trebuie să aibă 7—8°Bllg.

Se urmărește în mod deosebit ca plămezile în care se dezvoltă drojdiile de cuib să nu fermenteze complet, deoarece pe de o parte acumularea alcoolului peste 5% în mediu nu mai permite multiplicarea drojdiei, iar pe de altă parte drojdia nu este atît de viguroasă ca în cazul plămezilor cu sub 5% alcool.

Scanned with OKEN Scanner

Înainte de a pompa cultura de drojdie în zaharificator sau linul de fermentare, se reține circa 10—12% din mediu pentru însămînțarea plămezii următoare.

D. ÎNSĂMÎNȚAREA PLĂMEZILOR ZAHARIFICATE CU CUIBUL DE DROJDIE

Cantitatea optimă de drojdie pentru plămezile zaharificate care se supun fermentării este de 6% (sub formă de plămadă de drojdie), raportată la plămada care urmează să fie însămînțată.

Trecerea drojdiei din vasul de multiplicare în zaharificator se realizează prin scurgerea liberă, cînd drojdierele sînt montate la un nivel superior, sau cu ajutorul pompelor centrifuge, cînd se află pe același palier cu zaharificatoarele.

Distanța între drojdiere și zaharificator trebuie să fie cît mai mică, pentru a avea un traseu cît mai scurt de conductă. Conductele de drojdie lungi și cu multe coturi fac mai anevoioasă spălarea și sterilizarea cu abur.

În cazul cînd prepararea drojdiilor de cuib decurge în cele mai bune condiții și ca rezultat drojdia este viguroasă, cantitatea care se însămînțează poate fi redusă la 3,5—4% în raport cu plămada care se fermentează.

În aceste situații, cînd se lucrează cu linuri de mare capacitate în care se introduce conținutul a mai multor zaharificatoare, se obțin rezultate bune alternînd zaharificatoarele cu drojdii cu cele fără drojdii.

Dacă spre exemplu un lin de fermentare (vas de fermentare) poate prelua 5 zaharificatoare, primul, al treilea și al cincilea zaharificator vor fi cu drojdii iar al doilea și al patrulea fără drojdii.

Introducerea cuibului de drojdie în zaharificator și nu în linul de fermentare este mai indicată, deoarece în zaharificator prin agitare celulele de drojdie sînt uniform răspîndite în plămadă, astfel că nu există zone fără drojdie, fermentația declanșîndu-se simultan în toată masa plămezii.

E. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII LA PREPARAREA DROJDIILOR

Pe lîngă normele generale care trebuie respectate de către lucrător, se vor avea în vederea următoarele:

— înainte de fiecare folosire se verifică starea de funcționare a supapei de vid și de suprapresiune;

— intrarea în vasul de drojdie este permisă numai după constatarea lipsei bioxidului de carbon cu ajutorul flăcării deschise;

— la manipularea acidului sulfuric se folosesc în mod obligatoriu mijloacele de protecție (ochelari, mănuși, cizme și șorț de cauciuc);

— nu este permisă introducerea apei în acid sulfuric, deoarece în acest caz reacția de absorbție a apei este atît de puternică încît acidul sulfuric stropește putînd cauza accidente grave.

Capitolul XXV

FERMENTAREA PLĂMEZILOR DE CEREALE ȘI CARTOFI

A. CONSIDERAȚII GENERALE

Fermentarea plămezilor zaharificate de cereale sau cartofi constituie o fază foarte importantă a procesului tehnologic. Se poate spune că prepararea drojdiei și fermentarea sînt centrul de greutate al procesului tehnologic și oglinda mersului fabricației într-o fabrică de spirt.

Într-o fermentație defectuoasă se pot recunoaște toate greșelile executate în fazele anterioare ale procesului tehnologic (slad de slabă calitate cu putere diastatică mică, fierberea incompletă a materiei prime, zaharificarea necorespunzătoare a plămezilor, drojdii de însămînțare — de cuib — slăbite, lipsa de preocupare pentru dezinfectări și sterilizări).

Importanța conducerii corecte a procesului de fermentare este întărită și de faptul că, chiar dacă toate operațiile în fazele precedente ale procesului tehnologic au fost executate ireproșabil, cînd se fac anumite greșeli la fermentare rezultatele finite pot fi din cele mai defavorabile.

Caracteristic unei fermentații bune este transformarea totală a zahărului fermentescibil de către drojdii în alcool și bioxid de carbon ca produse principale.

Pentru aceasta, toate operațiile din fazele tehnologice premergătoare fermentării trebuie executate corect, după cum este obligatorie și respectarea anumitor condiții în timpul fermentării, care vor fi arătate la *Conducerea fermentației*.

B. FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ DESFĂȘURAREA PROCESULUI DE FERMENTARE

Printre factorii și condițiile care influențează mersul fermentației, mai principali sînt următorii:

— concentrația plămezii;
— temperatura plămezilor în diferitele faze ale fermentării;
— durata de fermentare;
— puritatea microbiologică a plămezilor.

Concentrația plămezii

Concentrația plămezilor zaharificate poate fi variabilă (între 14 și 20°Balling), după cum la fierbere se utilizează o cantitate mai mare sau mai mică de materie primă în raport cu cantitatea de apă.

Cu cît plămada zaharificată este mai concentrată, cu atît fermentarea durează mai mult la o temperatură dată oarecare:

O plămadă concentrată este mai vîscoasă, mai puțin mobilă și, din această cauză, tot procesul de nutriție al drojdiei, care interesează dezvoltarea și multiplicarea celulelor de drojdie, cît și procesul de fermentare la început

Scanned with OKEN Scanner

se desfășoară mai anevoios. Nutriția drojdiilor și fermentația au loc în condiții bune, atunci cînd stratul de lichid care este în imediat contact cu celula de drojdie poate fi înlocuit mai repede, condiție care se realizează cu atît mai ușor, cu cît mediul este mai mobil, adică cu cît plămezile sînt mai puțin concentrate.

Din practica fabricilor de spirt se cunoaște că fermentația decurge în bune condiții cînd plămezile zaharificate au 16—18 grade Balling.

Temperatura de fermentare

În procesul de fermentare, temperatura este singurul factor care poate fi influențat. Prin variația temperaturii de la 17—18°C, care în mod normal este temperatura inițială de la care trebuie să înceapă fermentarea și pînă la cea maximă admisă de 32°C, viteza de fermentare poate fi accelerată sau încetinită, în felul acesta durata de fermentare putînd să fie scurtată sau prelungită.

Durata de fermentare

Durata normală de fermentare a plămezilor zaharificate este de 72 de ore. Sînt însă și procedee de fermentare cu durată mai mică și, anume de 48 de ore, 36 de ore și 24 de ore, care se aplică în fabrici, fie în cazul prelucrării materiilor prime degradate care trebuie consumate într-un timp cît mai scurt, fie atunci cînd cererile de spirt sînt mai mari și fabricile trebuie să producă cantități sporite.

Indiferent de durata totală de fermentare — după cum se va arăta la *Conducerea practică a fermentării* — esențial este că în cadrul acesteia să se respecte durata de multiplicare a drojdiilor în prima fază de fermentare, iar în faza finală a fermentării, durata necesară pentru zaharificarea dextrinelor reziduale.

Puritatea microbiologică a plămezilor

O condiție esențială pentru desfășurarea în bune condiții a fermentării, adică pentru transformarea totală a zahărului fermentescibil în alcool și bioxid de carbon, este asigurarea purității microbiologice a plămezilor.

În capitolele anterioare privind fabricarea sladului, precum și zaharificarea și prepararea cuibului de drojdie au fost arătate măsurile practice care trebuie luate, în vederea combaterii infecțiilor cu bacterii lactice care, dacă sînt propagate pînă la fermentare, pot să se dezvolte în asemenea măsură, încît o proporție însemnată din zahărul fermentescibil să fie transformată în acid lactic, în dauna randamentului în alcool.

Acest fenomen nedorit poate fi accentuat și mai mult dacă nu se acordă atenția cuvenită combaterii infecțiilor, în faza fermentării plămezilor.

Pentru evitarea unor asemenea situații, fiecare lin înainte de introducerea plămezii pentru fermentare trebuie să fie temeinic curățat și dezinfectat.

Practic, aceasta se execută astfel:

După golirea linului, acesta se spală mai întîi în interior cu un jet puternic de apă pentru îndepărtarea resturilor de plămadă.

În momentul cînd nu se mai constată prezența bioxidului de carbon în lin, spălarea se continuă din interior cu peria, insistîndu-se asupra tuturor

locurilor unde au mai rămas resturi de plămadă. După spălare și curățire se închide gura interioară de vizitare a linului și ventilul conductei de golire prin care s-a evacuat la canal apa de spălare.

Se stropesc pereții linului cu 8—10 l soluție de formalină 5% și se introduce în lin abur timp de aproximativ 1 oră, pînă cînd se atinge temperatura de 95—98°C.

După răcire, linul este pregătit pentru începerea unui nou ciclu de fermentare.

C. UTILAJE FOLOSITE LA FERMENTARE

Linul de fermentare. Prin lin de fermentare se înțelege vasul în care se desfășoară fermentarea dirijată a plămezilor zaharificate

Linurile de fermentare au fost construite inițial din lemn de brad sau stejar, din beton sau zidărie, cu capacități între 25—200 hl. Aceste materiale de construcție au fost înlocuite în totalitate din cauza numeroaselor inconveniente pe care le prezentau, dintre care cele mai principale constau în pierderile importante de alcool prin evaporare și dificultăți la menținerea curățeniei, a temperaturii și la întreținerea lor.

În prezent, în industria spirtului se folosesc în exclusivitate linuri metalice, care pe lîngă avantajele unei ușoare întrețineri și executării curățeniei și sterilizării în bune condiții, au dus la creșterea randamentului cu 2—4 l alcool absolut la 100 kg amidon, datorită faptului că pot fi închise ermetic, reducîndu-se astfel la minimum pierderile de alcool prin evaporare.

Linurile metalice se construiesc din tablă obișnuită de oțel. Cele mai rezistente la acțiunea corosivă a acizilor sînt linurile din oțel inoxidabil (V_2A), care, deși mult mai scumpe în final, sînt mai avantajoase în raport cu cele din oțel obișnuit care au o durată de funcționare de maximum 5 ani.

Forma linurilor de fermentare este cilindrică sau paralelipipedică.

În figurile 150 și 151 sînt prezentate în secțiune verticală linurile cilindrice și cele paralelipipedice.

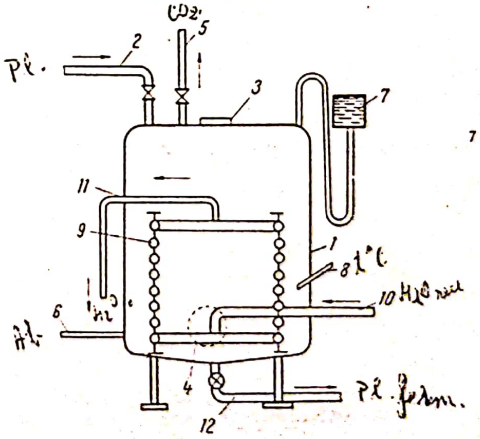


Fig. 150. Lin de fermentare de formă paralelipipedică.

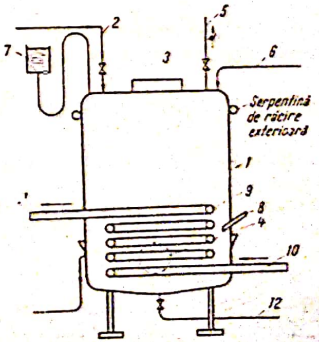


Fig. 151. Lin de fermentare de formă cilindrică.

Scanned with OKEN Scanner

În general, înzestrarea linurilor paralelipipedice şi a celor cilindrice este identică, cu deosebirea că linurile cilindrice au uneori în plus şi instalaţie de răcire exterioară.

Linul *1*, este prevăzut cu conducta de încărcare cu plămadă zaharificată *2*, capacul superior de vizitare *3*, capacul inferior de vizitare *4*, conducta de evacuare a bioxidului de carbon *5*, conducta de abur *6*, supapa hidraulică de suprapresiune şi vid *7*, tija pentru fixarea termometrului *8*, instalaţia de răcire interioară *9*, racordul de apă rece *10* pentru alimentarea serpentinei de răcire, racordul *11* pentru ieşirea apei de răcire din serpentine şi conducta *12* de evacuare a plămezii fermentate.

În majoritatea cazurilor cînd linurile se amplasează într-o construcţie existentă se alege forma paralelipipedică, această formă permiţînd utilizarea economică a spaţiului de producţie

Volumul linurilor metalice care se construiesc este corelat cu capacitatea de producţie a fabricii.

Un lin de fermentare metalic poate avea capacitatea cuprinsă între 100 şi 1 000 hl.

Spălătorul de bioxid de carbon. Bioxidul de carbon care se degajă din plămadă în timpul fermentării antrenează şi alcool. Pentru recuperarea acestui alcool, în sala de fermentare se montează aparate numite spălătoare de bioxid de carbon. La întreprinderile care nu folosesc acest mijloc de recuperare, pierderile de alcool pot ajunge pînă la 1,4% din cantitatea de alcool produsă într-un lin.

D. CONDUCEREA PROCESULUI DE FERMENTARE

Comparativ cu durata de fermentare a plămezilor de melasă care este de circa 36 ore (în unele cazuri de 30 de ore sau 24 de ore), plămezile din materiile prime amidonoase necesită o durată de fermentare mai mare, de aproximativ 72 de ore, deoarece transformarea dextrinelor în maltoză (zaharificarea secundară) necesită mai mult timp şi nu poate fi accelerată.

La fermentarea plămezilor din materii prime amidonoase se disting trei faze cu următoarele durate:

— Fermentarea iniţială circa 22 ore
— Fermentaţia principală circa 18 ore
— Fermentaţia secundară circa 32 ore

Durata totală circa 72 ore

În cazul fermentării, aceste faze nu se pot delimita cu precizie. Ele însă se deosebesc printr-o anumită temperatură, care trebuie să se menţină în plămezi, pentru a se asigura desfăşurarea normală a procesului de fermentare.

1. FERMENTAREA INIŢIALĂ

Fermentarea iniţială durează circa 20—22 de ore de la introducerea plămezilor zaharificate în lin.

În această fază a fermentaţiei se urmăreşte, în principiu, înmulţirea drojdiei, care trebuie să se acumuleze în asemenea măsură, încît să fie capabilă să fermenteze complet tot zaharul în fazele următoare.

Temperatura iniţială a plămezilor se stabileşte în raport cu mărimea linului, cu concentraţia plămezii, cu sistemul de răcire şi durata totală de fermentare.

Între aceşti factori există o strînsă interdependenţă.

Astfel, în cazul plămezilor zaharificate cu o concentraţie între 16—18°Blg, care se fermentează în linuri cu volum mic, temperatura iniţială de fermentare trebuie să fie cuprinsă între 15 şi 17°C.

În cazul linurilor mijlocii dotate cu sistem de răcire, temperatura iniţială a plămezilor se stabileşte între 17 şi 20°C.

În situaţia linurilor de mare capacitate, în care se introduce conţinutul a 10—15 fierbătoare şi care sînt prevăzute cu o suprafaţă mare de răcire, temperatura iniţială a plămezilor zaharificate poate fi de maximum 22—23°.

În funcţie de concentraţia plămezilor dulci, temperatura iniţială trebuie să fie mai ridicată la plămezile de concentraţie mare şi mai scăzută la cele mai puţin concentrate, în cazul cînd linul de fermentare este prevăzut cu instalaţie de răcire.

În situaţia întreprinderilor care nu au instalaţii de răcire la linuri, se însămînţează mai puţină drojdie (3—4% faţă de volumul plămezii), în cazul plămezilor mai concentrate, şi mai multă (7—8%), în cazul plămezilor diluate.

Motivul acestei inversiuni se explică prin faptul că, în timpul fermentării iniţiale, temperatura se ridică mai mult într-o plămadă concentrată şi totodată se produce şi o cantitate mai mare de alcool.

Pentru a nu fi frînată dezvoltarea drojdiei în timpul fermentaţiei iniţiale, temperatura plămezii trebuie să fie menţinută între 24—25°C.

Dacă se depăşeşte această limită, fermentarea alcoolică devine mai energică şi, ca urmare, în mediu se acumulează mai devreme o cantitate de 4—5% alcool, care este limita pînă la care drojdiile se înmulţesc. Deosebit de cele de mai sus trebuie remarcat un fenomen important care începe în această fază de fermentaţie, şi anume acela că, din momentul în care circa o treime din maltoză a fost fermentată, dereglîndu-se astfel raportul maltoză-dextrină, începe zaharificarea secundară a dextrinelor reziduale.

2. FERMENTAREA PRINCIPALĂ

Ca urmare a multiplicării drojdiei în fermentarea iniţială, după 20—22 de ore urmează fermentarea principală, care se caracterizează prin creşterea intensităţii fermentaţiei.

În această fază, concentraţia plămezii scade în continuare, ca urmare a transformării zahărului în alcool, iar temperatura creşte.

Limita pînă la care este permisă creşterea temperaturii cunoscute ca maximă la 30°C este acum admisă pînă la 32°C, deoarece s-a constatat că la această temperatură capacitatea fermentativă a drojdiei nu scade. Este însă important să se cunoască faptul că, în timpul fermentării principale, pentru menţinerea temperaturii optime de 30°C trebuie să se intervină moderat în răcirea plămezilor. Răcirea plămezii nu trebuie să se facă brusc atunci cînd temperatura a depăşit 32°C, deoarece prin aceasta se afectează capacitatea fermentativă a drojdiei.

Fermentaţia principală durează atîta timp cît în plămadă există cantităţi mai mari de maltoză (18—20 de ore).

Scanned with OKEN Scanner

3. FERMENTAREA SECUNDARĂ SAU FINALĂ

Fermentarea secundară este perioada cea mai lungă a fermentării, avînd o durată de 30—32 de ore. În timpul fermentării secundare, drojdiile transformă în alcool şi bioxid de carbon resturile de maltoză.

Fenomenul caracteristic fermentării secundare este însă zaharificarea de către diastaza din plămadă a dextrinelor reziduale (zaharificarea secundară) şi fermentarea de către drojdii a maltozei rezultate. Cu toate că procesul de zaharificare secundară începe încă din fermentaţia iniţială, acesta este însă desăvîrşit în fermentaţia finală.

Fermentaţia secundară trebuie să fie condusă cu deosebită grijă, mai ales în ceea ce priveşte asigurarea temperaturii optime de fermentare. În timpul fermentării secundare, temperatura plămezii nu trebuie să depăşească 27°C.

Printr-o temperatură mai ridicată, drojdia fermentează mai energic, epuizînd din mediu toată maltoza înainte de a se forma prin zaharificarea secundară alte cantităţi de maltoză. În aceste condiţii, drojdia slăbeşte, activitatea fermentativă a acesteia se diminuează sau se întrerupe, iar temperatura plămezii scade, rămînînd astfel nefermentată o parte din dextrinele reziduale.

Acest pericol există chiar din timpul fermentării iniţiale, dacă plămezile se fermentează la temperaturi mai ridicate decît cele prescrise.

Un factor important pentru desfăşurarea în bune condiţii a fermentaţiei secundare este existenţa în plămadă a unei suficiente cantităţi de diastază care trebuie să zaharifice dextrinele reziduale.

Dacă în timpul zaharificării plămezilor s-a adăugat suficient lapte de slad, iar diastaza nu a fost inactivată printr-o temperatură prea ridicată, menţinerea acesteia în timpul fermentării este condiţionată de asigurarea unui anumit nivel de aciditate a plămezii.

Din practica fabricilor de spirt se ştie că, în intervalul de aciditate de 0,3—0,5°Dlb, drojdiile şi diastaza din plămezile în fermentaţie îşi desfăşoară nestingherit activitatea. Peste aciditatea de 0,6°Dlb încep să fie jenate, iar la 0,8—0,9°Dlb intensitatea fermentaţiei scade simţitor, ca peste 1°Dlb, practic, fermentaţia să se oprească.

Creşterea acidităţii se datoreşte, pe de o parte, activităţii drojdiilor, iar, pe de altă parte, acţiunii microorganismelor infectante.

În cazul plămezilor lipsite de infecţii, aciditatea plămezilor fermentate poate creşte cu maximum 0,3°Dlb faţă de cea iniţială, adică de la 0,2 la 0,5°Dlb. Această creştere de aciditate nu dăunează mersului normal al fermentaţiei.

Dacă plămezile sînt infectate (infecţiile frecvente fiind cele cu bacterii lactice), aciditatea mediului este datorită acidului lactic format. La aciditatea de 0,8—0,9°Dlb, cantitatea de acid lactic acumulată în plămadă inactivează diastaza, astfel că dextrinele reziduale rămîn nezaharificate.

Pe de altă parte, unele produse de metabolism ale bacteriilor lactice sînt toxice pentru drojdii, care în această situaţie se aglomerează (se aglutinează), pierd capacitatea de înmulţire, precum şi puterea lor fermentativă. Din cele arătate mai sus rezultă importanţa menţinerii temperaturilor şi acidităţii optime în timpul fermentării. La aceasta se mai adaugă constatările asupra influenţei nefavorabile, uneori foarte dăunătoare a micotoxinelor care se formează în timpul degradării porumbului la depozitare. Acestea sînt foarte toxice pentru drojdii în asemenea măsură încît pot fi complet inactivate.

E. PROCEDEE DE FERMENTARE CU DURATĂ DE 48, 36 ŞI 24 DE ORE

Procedeele de fermentare de durată redusă se aplică uneori în fabricile de spirt, fie pentru a mări productivitatea linurilor, cînd necesităţile impun realizarea unei producţii sporite de spirt, fie în cazul prelucrării unor materii prime (cereale sau cartofi) puternic degradate.

În această din urmă situaţie se aplică procedeul de fermentare de 48 de ore, deoarece pierderile de substanţă utilă (amidon) sînt mult mai reduse în fabricaţie decît dacă se continuă păstrarea materiilor prime în condiţii în care procesul de degradare nu poate fi frînat.

Pentru a realiza în mod avantajos fermentarea unei plămezi de cereale sau cartofi în 48 de ore, durata fermentaţiei iniţiale trebuie să fie redusă la 4—6 ore pentru a rezerva mai mult timp fermentării secundare.

În acest scop, plămezile zaharificate însămînţate cu drojdii se pompează în linuri la temperatura de 24—25°C.

O altă condiţie pentru realizarea fermentării de 48 de ore este folosirea unei cantităţi mai mari de slad, pentru a asigura diastaza necesară în fermentaţia finală.

De asemenea trebuie să se acorde o atenţie deosebită măsurilor de combatere a infecţiilor, dat fiind temperatura mai ridicată la care se lucrează în fermentaţia iniţială.

Fermentarea de 36 de ore se aplică în cazuri deosebit de grave, cînd degradarea materiei prime se desfăşoară energic.

Fermentarea de 24 de ore nu este indicată, deoarece pierderile de amidon şi dextrine se ridică la circa 20% faţă de circa 2,5% în cazul fermentării de 48 de ore şi de circa 8,5% în cazul duratei de fermentare de 36 de ore.

F. RAŢIONALIZĂRI ÎN PROCESUL DE FERMENTARE

În industria spirtului din ţara noastră, pentru o cît mai bună utilizare a spaţiului din sălile de fermentare s-a ajuns la concluzia că este avantajos să se folosească linuri de mare capacitate, astfel ca un asemenea lin să poată prelua plămada zaharificată provenită din 5—10—15 fierbătoare.

În funcţie de capacitatea fabricii, în 8 ore se pot umple unul sau două linuri de mare capacitate. Această situaţie a creat posibilitatea urmăririi modului în care lucrează operatorii din fiecare schimb, anumite deficienţe putînd fi localizate, fără eroare, în schimbul în care s-a produs.

Un alt avantaj al folosirii linurilor de mare capacitate constă în posibilitatea de a economisi drojdie de însămînţare.

Într-un lin în care se introduc 3 pînă la 6 zaharificatoare se poate utiliza 3—4% drojdie de cultură (în raport cu volumul total al plămezii supuse fermentării), în loc de 6—8% cît se foloseşte în cazul însămînţării cu drojdie a fiecărei plămezi zaharificate.

G. CONTROLUL FERMENTAŢIEI

Atît în timpul desfăşurării fermentării cît şi la sfîrşitul acesteia se efectuează un control complex al plămezilor, care are ca scop asigurarea desfăşurării normale a procesului de fermentare şi obţinerea în final de randamente corespunzătoare.

Scanned with OKEN Scanner

Controlul se efectuează asupra următorilor factori:
— temperatură, aciditate, concentrație (grade Balling); puritate microbiologică; diastază existentă în plămadă; zaharurile din plămadă rămase nefermentate; conținutul în alcool și gradul zaharometric real; coeficientul de plămădire.

Temperatura, aciditatea și concentrația plămezii sînt parametri care se controlează de regulă de două ori în 8 ore la fiecare lin, rezultatele consemnîndu-se în registrul de fabricație al secției.

1. CONTROLUL TEMPERATURII

Fiecare lin de fermentare trebuie să fie dotat cu un termometru verificat de către organele de metrologie. Cînd se constată depășirea temperaturii maxime admise, se deschide parțial ventilul de admitere a apei de răcire, sau acesta se închide cînd temperatura scade sub cea minimă.

2. CONTROLUL ACIDITĂȚII

Frecvent, aciditatea în fabricile de spirt se determină prin titrarea plămezii cu NaOH N/10 în prezența fenolftaleinei ca indicator (îmbibată pe o hîrtie albă de filtru). Spre exemplu, în cazul unei plămezi a cărei aciditate din 20 ml s-a neutralizat cu 6 ml N_2OH N/10, aciditatea corespunzătcare de 0,6° Delbrück.

Mai operativă este metoda de determinare a pH-ului cu ajutorul hîrtiei pH.

Plămezile zaharificate trebuie să aibă un pH cuprins între 5,3 și 5,7.

Ca urmare a activității drojdiei în timpul fermentării, aciditatea plămezilor crește, deci pH-ul scade.

La plămezile în fermentare, în mod normal pH-ul scade pînă la 4,2—4,3.

Cînd pH-ul are valori sub aceste limite, în majoritatea cazurilor se constată infectarea plămezilor cu bacterii lactice.

3. CONTROLUL CONCENTRAȚIEI

Concentrația plămezii fermentate se determină cu ajutorul areometrului (zaharometrului) Balling.

Gradul zaharometric care se stabilește la un moment dat este un grad zaharometric aparent al plămezii, deoarece mai mult de jumătate din zahărul fermentescib.l este înlocuit cu alcoolul etilic format care are o greutate specifică mai mică decît 1. În cazul existenței alcoolului în plămadă, greutatea specifică a acesteia scade. Ca urmare, zaharometrul Balling va indica numai extractul aparent. Cu cît gradul alcoolic al plămezii este mai mare, cu atît gradul aparent este mai scăzut, putînd atinge valori negative, cum este cazul plămezilor de porumb, cînd fermentarea este terminată.

Gradul zaharometric al plămezilor în fermentare scade repede în cursul fermentației principale și mult mai încet în cursul fermentației finale.

În situațiile în care se constată o scădere lentă a concentrației în timpul fermentării principale, aceasta este o dovadă a unei deficiențe, fie că plămada a fost infectată (drojdia slăbită), diastaza insuficientă sau inactivă, fie că acționează toți acești factori deodată.

La sfîrșitul fermentației, plămezile din diferite materii prime care au fermentat în condiții normale au următoarele valori finale ale gradului zaharometric aparent:

— la cartofi 0,5—2 grade Balling
— la porumb sub 0 grade Balling (—0,1 pînă la 0,2°Bllg)
— la secară 0,5—1,5 grade Balling

Aceste valori se numesc grad zaharometric final al fermentării. În cazul cartofilor, variația acestuia este determinată de condițiile de conservare și de soiul cartofului.

Cînd cartofii conțin mai multe substanțe fermentescibile, crește și gradul zaharometric aparent, cu toate că din plămadă a fost epuizat în condiții corespunzătoare tot zahărul fermentescibil.

4. CONTROLUL MICROBIOLOGIC

Plămezile de cereale și cartofi sînt un mediu favorabil dezvoltării microorganismelor infectate.

Dacă fermentarea nu este condusă după regulile prescrise, infecția ia proporții, dăunînd în final randamentului și productivității utilajelor tehnologice.

Bacteriile infectate nu sînt numai bacterii lactice, ci și altele, dintre cele mai periculoase sînt bacteriile butirice, care prin acidul pe care-l produc (acidul butiric) pot inactiva parțial sau total drojdia, plămada oprindu-se din fermentare.

După cum s-a mai arătat anterior, dezvoltarea microorganismelor infectante în plămezi este însoțită de creșterea acidității care se formează pe seama zahărului.

Aciditatea în cantitate mai mare (cînd pH-ul scade sub 4,2) inactivează diastaza, rămînînd astfel dextrine nezaharificate.

Controlul microbiologic se efectuează pe de o parte pentru a stabili felul bacteriilor infectante (controlul calitativ), iar pe de altă parte pentru a depista și înlătura sursa de infecție.

Controlul microbiologic cel mai frecvent într-o întreprindere de spirt este cel microscopic.

La analiza microscopică a plămezilor, bacteriile lactice se disting de drojdii prin forma lor de segmente lineare sau, cum se spune uzual, forma de bastonașe (fig. 152).

Deoarece într-o fabrică de spirt nu se poate realiza puritate microbiologică absolută, este admis ca în faza de fermentare finală plămezile să conțină maximum 5% bacterii față de drojdii.

Dacă infecția este constatată la începutul fermentației, pericolul dezvoltării acesteia este cert în fazele următoare.

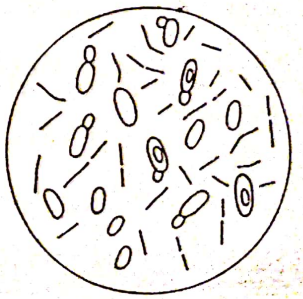


Fig. 152. Imaginea unui cîmp microscopic în care drojdiile sînt infectate cu bacterii lactice.

Scanned with OKEN Scanner

Un alt mijloc de control microbiologic este acela de depistare a sursei de infecție. Acest control se efectuează după o anumită metodă de analiză.

Infecția poate să provină din mai multe surse, dintre care cele mai frecvente sînt laptele de slad, focarele de infecție din zaharificator, de pe conducta de plămadă, din linurile de fermentare, care nu au fost complet spălate și dezinfectate, sau chiar din drojdia de însămînțare.

Descoperirea focarului de infecție este o problemă de mare importanță practică și de aceea trebuie folosite metode rapide și sigure.

De fiecare dată cînd se depistează infecția, aceasta trebuie să fie îndepărtată neîntîrziat prin intensificarea spălărilor, a sterilizărilor și folosirea în aceste situații fără rezervă a dezinfectanților (formalină, clorură de var etc.).

5. DETERMINAREA DIASTAZEI DIN PLĂMADA FERMENTATĂ

Analiza plămezii în fermentare sub raportul prezenței și activității diastazei se face cu ajutorul unei soluții de iod după metoda Ellrodt. Analiza este foarte simplă și poate fi efectuată de către lucrători chiar la linul de fermentare.

Se introduce într-o eprubetă 15 ml soluție de 1% amidon solubil, peste care se adaugă 5 ml din plămada filtrată care se analizează. Eprubeta se astupă și se agită pentru omogenizarea conținutului, apoi, legîndu-se cu o sfoară, se introduce chiar în linul din care s-a luat proba pentru analiză, unde se ține timp de 1 oră la temperatura plămezii de 28—30°C.

Eprubeta se scoate apoi din lin și peste conținutul ei se adaugă încet 2 ml de soluție I—IK (soluție Lugol diluată n/50), după care se agită și se examinează conținutul sub aspectul culorii.

Culoarea galbenă proprie soluției de iod sau galbenă-brună dovedește că în plămadă se găsește diastază activă în cantitate excedentară.

Coloranția roșie arată că se găsește diastază suficientă, iar culoarea violetă sau albastră denotă cantitate insuficientă de diastază sau chiar lipsa acesteia.

6. DETERMINAREA ZAHARURILOR NEFERMENTATE

Sfîrșitul fermentației unei plămezi se cunoaște după gradul zaharometric final care trebuie să aibă o valoare cuprinsă între anumite limite (variabile după materia primă prelucrată), atunci cînd tot zahărul din plămadă inclusiv cel provenit din zaharificarea dextrinelor a fost fermentat. Valoarea aceasta este ceea ce se numește *gradul zaharometric final al fermentării* care exprimă gradul aparent și are o valoare mai mică decît gradul Balling real, corespunzător extractului plămezii fermentate. Gradul zaharometric aparent nu indică deci extractul, deoarece prezența alcoolului cu greutate specifică mai mică decît a apei face să se citească pe tija zaharometrului un grad mai mic decît cel corespunzător extractului.

Cînd fermentarea se oprește la un grad zaharometric mai mare decît cel corespunzător unei fermentări normale, în plămadă rămîn substanțe fermentescibile nefermentate sau dextrine nezaharificate.

În această situație, plămada trebuie să fie analizată pentru a se vedea ce anume substanțe au rămas nefermentate sau poate că în plămadă se găsesc substanțe nefermentescibile.

Odată cu rezultatul acestei analize trebuie să se stabilească și cauzele care au dus la o fermentare incompletă.

Analiza probei de plămadă fermentată se poate efectua pe cale chimică și prin metoda fermentației.

Prin analiza chimică a plămezii fermentate se poate constata prezența eventuală a substanțelor reducătoare și de asemenea după hidroliză cu acid clorhidric la cald se poate constata existența substanțelor care prin hidroliză dau substanțe reducătoare.

Printre substanțele reducătoare se găsesc maltoza și dextrinele care sînt generatoare de alcool etilic. Mai sînt însă și alte substanțe reducătoare ca pentozele și altele care nu pot fi fermentate de drojdii.

Prin urmare, analiza chimică nu poate da un răspuns asupra conținutului real de zaharuri fermentescibile din plămadă, care nu au fost transformate în alcool și bioxid de carbon de către drojdii.

Conținutul real de zaharuri fermentescibile se poate determina prin metoda directă a fermentației.

Analiza prin fermentație se efectuează numai cînd se constată la sfîrșitul fermentației un grad zaharometric final de fermentare mai mare decît cel obișnuit se execută în laboratorul întreprinderii.

7. DETERMINAREA GRADULUI ZAHAROMETRIC REAL ȘI A ALCOOLULUI

Gradul zaharometric real și conținutul în alcool se poate stabili determinînd mai întîi alcoolul în distilatul unui anumit volum de plămadă și apoi gradul zaharometric real în plămada dezalcoolizată adusă la volumul inițial.

Se iau 500 ml din plămada fermentată filtrată și se introduc într-un balon, peste aceasta introducîndu-se și 300 ml apă distilată.

Plămada diluată se supune distilării. Se captează 500 ml distilat într-un balon cotat al cărui conținut după ce se omogenizează prin agitare i se determină conținutul alcoolic cu un picometru sau cu un alcoolmetru special gradat pentru soluții de alcool-apă, cu conținut redus de alcool.

Lichidul care a rămas în balon după distilare se trece cantitativ într-un balon cotat de 500 ml, completîndu-se pînă la semn cu apă de spălare a balonului.

Se omogenizează prin agitare și apoi se determină gradul zaharometric real. Cunoscînd gradul zaharometric de fermentare aparent și conținutul în alcool al unei plămezi, gradul zaharometric real (extractul real) se poate determina printr-un calcul aritmetic, după următoarea formulă:

Gradul zaharometric real = conținutul în alcool % volume × 0,3 + gradul zaharometric de fermentare aparent + 0,4.

Exemplu: Conținutul în alcool al unei plămezi fermentate din cartofi este de 8% volume, iar gradul zaharometric de fermentare aparent de 1,5°Balling.

Gradul zaharometric real = 8 × 0,3 + 1,5 + 0,4 = 4,3%.

8. DETERMINAREA COEFICIENTULUI DE PLĂMĂDIRE

Coeficientul de plămădire reprezintă raportul procentual între extractul fermentescibil și extractul total.

Prin stabilirea extractului în plămezile zaharificate cu ajutorul zaharometrului nu se poate obține nici o indicație asupra mărimii coeficientului de plămădire. Gradele zaharometrice (gradele Balling) arată cîte grame de

substanță uscată fermentescibile și nefermentescibile se găsesc în 100 ml plămadă.

Pentru determinarea coeficientului de plămădire a unei plămezi dulci se procedează astfel:

Prin analiza de laborator se determină mai întîi zahărul reducător total din plămadă. Proba de plămadă se supune fermentării cu deosebită grijă pentru fermentarea totală a zahărului fermentescibil.

După fermentare se elimină alcoolul din plămadă prin distilare și se determină zahărul reducător, care este zahărul nefermentescibil.

Coeficientul de plămădire al diferitelor materii prime are următoarele valori:

— plămezi de porumb circa 90%;
— plămezi de grîu 85—90%;
— plămezi de cartofi și secară 79—85%.

Din datele de mai sus rezultă că plămezile de porumb conțin cea mai redusă cantitate de extract nefermentescibil, aceasta fiind și explicația gradului zaharometric final de fermentare mai scăzut decît la celelalte materii prime.

Chiar în cazul aceleiași materii prime, cum este cazul cartofilor, coeficientul de plămădire este variabil în raport cu varietatea de cartofi și conținutul de amidon.

Aceasta explică și intervalul destul de larg în care se stabilește gradul zaharometric final de fermentare al plămezilor de cartofi, care, după cum s-a arătat mai înainte, este cuprins între 0,5 și 2 grade Balling.

H. CALCULAREA RANDAMENTULUI

Pentru îmbunătățirea eficienței economice a activității de producție a fabricii de spirt trebuie să existe o preocupare susținută în direcția realizării și reducerii normelor de consum la materia primă și materiale auxiliare.

Deoarece la fabricarea spirtului materia primă are ponderea cea mai mare din totalul cheltuielilor, realizarea randamentelor și a normelor de consum trebuie să fie urmărită zilnic cu cea mai mare exigență.

În cele ce urmează se prezintă modul de calcul al randamentului unui lin. Acest calcul poate fi efectuat de fiecare lucrător de la fermentare și este necesar, deoarece în fond reprezintă un bilanț al muncii depuse în schimbul respectiv și un mijloc de apreciere a calității muncii depuse.

Calculul randamentului unui lin în care s-a fermentat o plămadă de cartofi

Se presupune că s-au prelucrat:	
— 30 000 kg cartofi spălați cu 16,1% amidon	4 830 kg amidon
— 450 kg orz ca slad verde cu 40% amidon	180 kg
Total 30 450 kg materie primă cu	5 010 kg amidon
Plămada fermentată măsurată în lin a avut:	34 000 l
Se scad 3% coji	1 000 l
plămada filtrată	33 000 l

Conținutul în alcool determinat în laborator a fost de 8,5% volume.

În total, plămada a conținut: $\frac{33\,000 \times 8,5}{100} = 2\,805$ l alcool absolut

Prin urmare, din 30 450 kg materie primă
au rezultat ..... 2 805 l alcool absolut
Se scade alcoolul rezultat din slad (24 l
alcool absolut) pentru 100 kg orz ca slad,
adică $\frac{450 \times 24}{100}$ ..... 108 l alcool absolut

Din 30 000 kg cartofi s-au obținut: ..... 2 697 l alcool absolut
Randamentul din 100 kg este de:

$$\frac{2\,697 \times 100}{30\,000} = 8,99 \text{ l alcool absolut}$$

Raportînd producția de 2 805 l alcool absolut la 5 010 kg amidon prelucrată rezultă randamentul în alcool din 100 kg amidon:

$$\frac{2\,805 \times 100}{5\,010} = 56,6 \text{ l alcool absolut din 100 kg amidon.}$$

Știind că este considerat un randament bun cînd se obțin 62—63 l alcool absolut din 100 kg amidon, randamentul de 56,6 l alcool absolut este un randament nesatisfăcător și, în consecință, trebuie căutate cauzele care au dus la acest rezultat.

Calculul randamentului unui lin în care s-a fermentat o plămadă de porumb

S-au prelucrat:	
— 15 000 kg porumb cu 58% amidon	8 700 kg amidon
— 1 350 kg orz ca slad cu 40% amidon	540 kg amidon
Total 16 350 kg materie primă cu:	9 240 kg amidon
Volumul plămezii în lin a fost de	73 000 l
Se scad 3% coji,	2 190 l
Plămada filtrată	70 810 l

Conținutul în alcool al plămezii determinat în laborator a fost de 8,4% volume.

Plămada fermentată a conținut

$$\frac{70\,810 \times 8,4}{100} = 5\,948 \text{ l alcool absolut}$$

Au rezultat deci, din:
— 16 350 kg materie primă ..... 5 948 l alcool absolut
— 1 350 kg orz ca slad cu 24% randament, a rezultat cantitatea de alcool care se scade ..... 324 l alcool absolut

Din 15 000 kg porumb s-au obținut ..... 5 624 l alcool absolut, adică din 100 kg porumb cu 58% amidon ..... $\frac{5\,624 \times 100}{15\,000} = 37,4$ l alcool absolut

2,67 kg porumb = 1 l alcool 95 259 l

Scanned with OKEN Scanner

Din 100 kg de amidon porumb s-au obținut:

$$\frac{5\,624 \times 100}{8\,700} = 64{,}6 \text{ l alcool absolut}$$

Acest randament este considerat foarte bun.

I. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII LA FERMENTARE

La fermentarea plămezilor din materii prime amidonoase, pentru prevenirea accidentelor de muncă trebuie respectate aceleași reguli și norme care au fost arătate la fermentarea plămezilor de melasă.

În mod deosebit se va insista asupra eliminării bioxidului de carbon înainte de intrarea lucrătorului în lin. Chiar cînd se constată lipsa bioxidului de carbon prin proba cu flacără, la început se va pătrunde în lin numai cu masca de gaze cu aducțiune de aer din afară printr-un tub flexibil.

În timpul spălării linului, lucrătorul care execută această operație va fi supravegheat de o persoană din afara linului de fermentare.

APLICAȚII

1. Cîte kilograme de acid sulfuric trebuie să se folosească pentru acidularea unei plămezi din porumb de 15 hl destinată preparării cuibului de drojdie știind că în acest scop pentru 1 hl de plămadă este necesară cantitatea de 110 ml cu densitatea de 1,84.

   $R = 3{,}036$ kg.

2. Cantitatea de alcool dintr-o plămadă fermentată se determină după următoarea formulă:

$$A = \frac{Q \times p}{100}$$

în care: A este cantitatea de alcool din plămada fermentată în litri alcool absolut;
Q — cantitatea de plămadă fermentată din lin în litri;
p — concentrația de alcool a plămezii în % volume.

Să se determine cantitatea de alcool conținută de 85 000 l plămadă fermentată care are concentrația de 8,25% alcool.

$R = 7\,012{,}50$ l alcool absolut.

3. Să se determine randamentul în alcool al unei plămezi fermentate la care s-au folosit 18 500 kg porumb cu 58% amidon și 1 665 kg slad de orz cu 40% amidon. Volumul plămezii fermentate este 88 000 litri, din care se scade 3% volumul cojilor. Concentrația alcoolică a plămezii este de 8% volume. Să se determine: cantitatea A de alcool din plămadă în litri alcool absolut; randamentul r de alcool din porumb și randamentul R de alcool din amidon:

   R:$A = 6\,828{,}8$ l alcool absolut;
   $r =$ 36,87 l alcool absolut/100 kg porumb;
   $R =$ 63,64 l alcool absolut/100 kg amidon.

4. În vocabularul tehnic al specialiștilor se mai utilizează noțiunea de grad decalitru (prescurtat *gdal*) care reprezintă produsul dintre numărul de decalitri și concentrația alcoolică a unui lichid alcoolic (ex: 10 dal × 8,5% alcool volume = 85 g dal = 8,5 litri alcool absolut. Să se determine conținutul de alcool în grade decalitri și în litri alcool absolut a unei cantități de 60 000 l plămadă fermentată cu o concentrație alcoolică de 8,2%.

   $R = 49\,200$ gr dal = 4 920 l alcool absolut.

Capitolul XXVI

DISTILAREA PLĂMEZILOR FERMENTATE

A. NOȚIUNI DESPRE DISTILARE

După fermentarea plămezilor, faza următoare a procesului tehnologic este distilarea.

Prin distilare se extrag din plămadă alcoolul și alte substanțe volatile, sub formă de vapori, cu ajutorul căldurii. Vaporii sînt condensați prin răcire cu apă și aduși în stare lichidă. Prin distilare, de o parte, se separă alcoolul împreună cu alte substanțe volatile, iar de altă parte rămîne un reziduu care este denumit borhot.

Din punct de vedere fizic, plămada fermentată este o soluție în care sînt dizolvate mai multe substanțe. În privința comportării acestora la distilare unele sînt vilatile (distilabile), iar altele sînt fixe (nedistilabile), solventul fiind apa, ea însăși o substanță distilabilă.

În afară de substanțele existente în soluție (dizolvate), în plămada fermentată se mai găsesc elemente în suspensie, dintre care unele provin din materia primă, cum sînt:

— coji de cereale sau cartofi; resturi de protoplasmă celulară coagulată; mici cantități de grăsime; substanțe minerale insolubile (fosfați și hidrați ai unor metale grele proveniți din apa întrebuințată sau din materia primă).

Pe lîngă aceste elemente în suspensie, se mai găsesc: celulele de drojdii care au determinat fermentarea, bacterii lactice cînd acidularea s-a făcut cu acestea sau bacterii lactice, infectante.

Principalele substanțe volatile (distilabile) din plămadă sînt următoarele: alcoolul etilic, alcooli superiori (amilic, propilic, butilic); aldehida acetică, acizii volatili (acetic); acetona (provenită din activitatea bacteriilor).

Substanțele nevolatile (fixe, nedistilabile) din plămada fermentată sînt: acidul succinic, acidul lactic, glicerina, săruri ale unor acizi organici și minerali, zahărul și dextrinele rămase nefermentate, care se găsesc într-un procent mai mare sau mai mic, după modul în care s-a lucrat, toate elementele care se găsesc în suspensie, arătate mai sus.

Dintre componenții volatili, substanța care interesează este alcoolul etilic ce se separă prin distilare, obținîndu-se spirtul brut.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru extragerea alcoolului etilic din plămezile fermentate se folosesc aparate speciale de distilare.

Spre a înțelege condițiile juste în care trebuie folosite aceste aparate, trebuie să fie cunoscută mai întîi comportarea la distilare a unui amestec de alcool etilic și apă.

Punctul de fierbere a apei la presiunea atmosferică (760 mm Hg) este de 100°C, pe cînd al alcoolului etilic pur este de 78,3°C.

Temperatura de fierbere a unui amestec de alcool etilic și apă este cuprins între 100°C (punctul de fierbere a apei) și 78,3°C (punctul de fierbere al alcoolului etilic pur). Această temperatură de fierbere este mai apropiată de a unui component sau al altuia, după cum componentul se găsește într-o proporție mai mare sau mai mică în soluție.

Dacă se urmărește, cu ajutorul unui termometru, punctul de fierbere al unui amestec de alcool-apă, în timpul distilării, se constată că acesta se schimbă crescînd spre sfîrșitul distilării, apoi rămîne constantă, temperatura fiind cea de fierbere a apei.

Dacă, pe de altă parte, se analizează conținutul în alcool al vaporilor distilați, se constată că acesta este mai mare decît cel al amestecului supus distilării, iar raportul între procentul de alcool al vaporilor față de cel al lichidului este cu atît mai mare, cu cît lichidul alcoolic care a fost supus distilării este mai puțin concentrat în alcool.

Plecînd de la un lichid cu concentrație mică în alcool, prin distilări repetate se poate obține un distilat cu concentrație mare în alcool, operația putîndu-se executa și cu un alambic simplu.

În tabela 14 sînt redate temperaturile de fierbere ale lichidelor alcoolice de diferite concentrații, concentrația alcoolică a vaporilor, precum și factorul de concentrare care arată de cîte ori este mai mare concentrația alcoolică a vaporilor față de aceea a lichidului din care provin.

Datele prezentate în tabelă se pot reprezenta și grafic, după cum se arată în figura 153.

Diagonala, din această figură, reprezintă echilibrul dintre apă și vaporii de apă.

Curba reprezentată se numește curba de echilibru a sistemului alcool etilic-apă și reprezintă raportul dintre compoziția fazei lichide și a celei gazoase la diferite concentrații.

Din diagramă rezultă că sînt două puncte în care compoziția lichidului și a vaporilor în echilibru cu lichidul este aceeași.

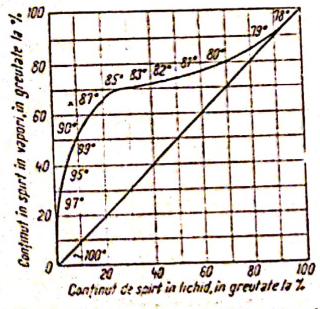


Fig. 153. Curba de echilibru alcool-apă.

Aceste puncte sînt la concentrația zero și la aceea de 97,2% volume. Curba de echilibru și cu diagonala se întîlnesc în aceste puncte, ceea ce arată că vaporii au aceeași compoziție ca și lichidul din care provin.

În toate celelalte puncte, concentrația vaporilor în alcool este mai mare decît a lichidului din care au provenit.

Curba de echilibru stă la baza calculului grafic al construcției coloanelor de distilare. Numărul de talere ale coloanelor se stabilește pe cale grafică cu ajutorul curbei de echilibru.

Tabela 14

Temperatura de fierbere a lichidelor alcoolice de diferite concentrații

Concentrația alcoolică a lichidului care fierbe, în % volume	Temperatura aburului care se dezvoltă în timpul fierberii, în °C	Concentrația alcoolică a vaporilor care se dezvoltă în timpul fierberii, în % volume	Factorii de concentrare % volum fază vapori / % volum fază lichidă
0,0	100,0	0,0	0,00
1,1	99,0	9,9	9,90
2,0	98,2	17,7	8,85
3,0	97,4	25,2	8,40
4,0	96,6	31,3	7,82
5,0	95,9	35,8	7,16
6,0	95,2	39,3	6,55
7,0	94,5	42,6	6,09
8,0	93,9	45,5	5,70
9,0	93,9	48,4	6,38
10,0	92,6	51,0	5,10
15,0	90,2	61,5	4,09
20,0	88,3	66,2	3,31
25,0	86,9	68.0	2 72
30,0	85,7	69,3	2,31
35,0	84,8	70,8	2,02
40,0	84,1	72,0	1,80
45,0	83,4	73,5	1,62
50,0	82,8	75,0	1,50
55,0	82,3	76,6	1,40
60,0	81,7	78,2	1,30
65,0	81,2	80,0	1,22
70,0	80,8	81,9	1,17
75,0	80,4	84,2	1,12
80,0	79,9	86,5	1,08
85,0	79,5	89,1	1,05
90,0	79,1	91,8	1,02
95,0	78,8	95,4	1,04
97,2	78,3	97,2	1,00

La construcția coloanelor de distilare, care se vor descrie în cele ce urmează, s-a ținut seamă de următoarele legi:

1) Temperatura de fierbere a unui amestec de alcool-apă depinde de raportul în care acești componenți sînt în amestec, apropiindu-se de punctul de fierbere a apei sau de punctul de fierbere a alcoolului, după cum amestecul conține mai multă apă sau mai mult alcool.

De la această regulă fac excepție așa-numitul amestec azeotropic — 97,2% volume alcool, sau 95,57% greutate — diferența pînă la 100 fiind apa.

Acest amestec numit *amestec azeotropic* fierbe la temperatura de 78,15°C. Oricît ar fi distilat, concentrația în alcool a vaporilor rămîne egală cu cea a lichidului care se distilă.

2) Raportul cantitativ al componenților vaporilor degajați prin distilare din amestec depinde de raportul cantitativ al componenților volatili existenți în lichidul supus distilării.

3) Conținutul în alcool al distilatului este mai mare decît conținutul în alcool al lichidului supus distilării, încît este posibil ca prin distilări repetate să se obțină distilate cu o concentrație tot mai mare în alcool.

Din legea 1 și 3 rezultă următoarele date de importanță practică:

— în timpul distilării unui amestec de alcool și apă, lichidul supus distilării pierde concentrația alcoolică, deoarece vaporii care distilă sînt mai bogați în alcool (decît lichidul supus distilării);

Scanned with OKEN Scanner

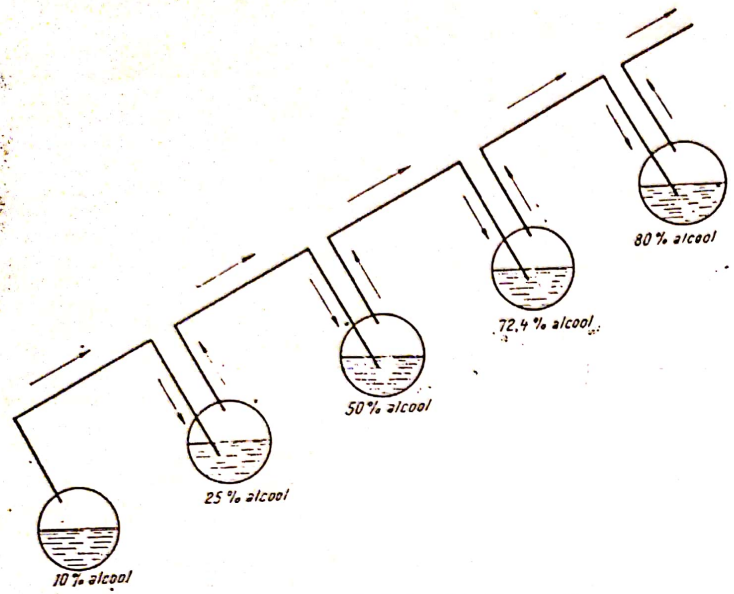


Fig. 154. Schema procesului de distilare repetată.

— concentrația alcoolică a lichidului supus distilării, scăzînd în timpul distilării, urmează după prima lege, că punctul de fierbere se ridică ; concomitent vaporii care se degajă sînt tot mai fierbinți. Cu căldura acestora se poate aduce la fierbere lichidul distilat, care, fiind mai concentrat în alcool, fierbe la o temperatură mai joasă decît aceea a lichidului supus distilării.

În această ordine de idei, pentru a aprecia măsura în care se poate folosi căldura vaporilor spre a aduce la fierbere lichidul distilat, trebuie să se țină seama că apa are căldură latentă de evaporare de 537 kcal, iar alcoolul 209 kcal. Prin urmare, cantitatea de căldură a vaporilor tot mai săraci în alcool se apropie tot mai mult de cantitatea de căldură a vaporilor de apă.

Aceste constatări sînt folosite în practică pentru a realiza distilarea repetată a distilatelor obținute dintr-o soluție primară slab alcoolică.

În figura 154 este reprezentat schematic fenomenul de distilare repetată.

Se iau spre exemplu cinci baloane care au legătură unul cu altul. În primul balon se introduce un lichid cu un conținut de 10% alcool care se supune distilării.

Vaporii alcoolici din balonul *1* condensează parțial în balonul *2* și distilatul obținut are tăria de 25% alcool. Cedînd căldura, aduce la fierbere acest distilat din care se formează vapori ce se condensează parțial în balonul *3*, dînd un distilat mai bogat în alcool (50%). Cu căldura cedată din vaporii veniți din balonul *2*, distilatul din balonul *3* este adus la fierbere și astfel fenomenul poate fi continuat pînă la obținerea unui distilat cu concentrație alcoolică maximă de 97,2% volume.

Condensarea parțială în balonul următor a vaporilor provăniți din balonul precedent se numește deflegmare. Prin distilări repetate pentru obținerea unui lichid alcoolic de concentrație maximă se realizează o rectificare.

Rectificarea se poate deci defini ca fiind o distilare repetată și succesivă a unor condensate alcoolice, care în final are drept rezultat un distilat cu concentrație maximă în componentul cel mai volatil.

Din punct de vedere economic, rectificarea se realizează în cele mai bune condiții, folosind căldura de evaporare conținută în vaporii rezultați din fierberea condensului precedent.

Pe baza principiului de mai sus s-au construit coloanele de distilare. Acestea constau dintr-o serie de compartimente identice, suprapuse (în coloană) și dispuse astfel ca vaporii alcoolici rezultați prin încălzirea la fierbere a lichidului alcoolic să poată trece pe de o parte dintr-un compartiment în altul deflegmîndu-se la intrare în compartimentul următor, iar pe de altă parte, lichidul deflegmat se poate scurge printr-un tub în compartimentul imediat inferior.

B. INSTALAȚII PENTRU DISTILARE

După construcția lor și modul de funcționare, instalațiile de distilare se împart în două grupe:

— instalații de distilare cu funcționare periodică;
— instalații de distilare cu funcționare continuă.

1. INSTALAȚII DE DISTILARE CU FUNCȚIONARE PERIODICĂ

În prima perioadă a dezvoltării industriei spirtului (pînă la sfîrșitul secolului al XVIII-lea) au fost folosite aparate de distilare cu funcționare periodică.

Acestea nu sînt altceva decît alambicurile, care se mai folosesc în prezent pentru obținerea țuicii din borhoturi de fructe sau a distilatelor de vin din care se produce coniacul.

Construcția alambicurilor este foarte simplă, după cum se vede în figura 155.

Alambicul este alcătuit dintr-un cazan *1*, construit din cupru, capacul *2*, gura de încărcare *3*, domul *4*, focarul *5*, serpentina de răcire *6* și răcitorul *7*.

Materialul de construcție folosit este numai cuprul.

Prin gura de încărcare *3* se introduce materialul alcoolic care se supune distilării (borhot de fructe, vin sau drojdie de vin).

După închiderea capacului se încălzește cazanul cu foc direct sau cu abur, situație în care în partea inferioară cazanul are o cămașă dublă.

Prin fierberea lichidului alcoolic, alcoolul și alți componenți volatili trec în stare de vapori.

În domul *4*, vaporii sînt condensați parțial. Vaporii alcoolici care pătrund în continuare prin serpentina de răcire condensează în răcitor, iar lichidul alcoolic se captează la ieșirea din acesta.

Printr-o singură distilare nu se poate realiza o concentrație dorită și de aceea trebuie realizate circa 4—5 distilări succesive ale distilatelor obținute, pentru a se realiza concentrația alcoolică dorită.

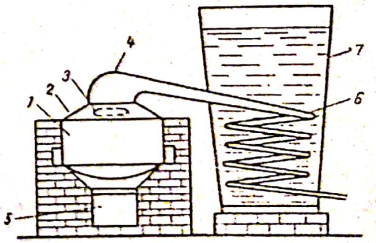


Fig. 155. Alambic.

Scanned with OKEN Scanner

2. INSTALAȚII DE DISTILARE CU FUNCȚIONARE CONTINUĂ

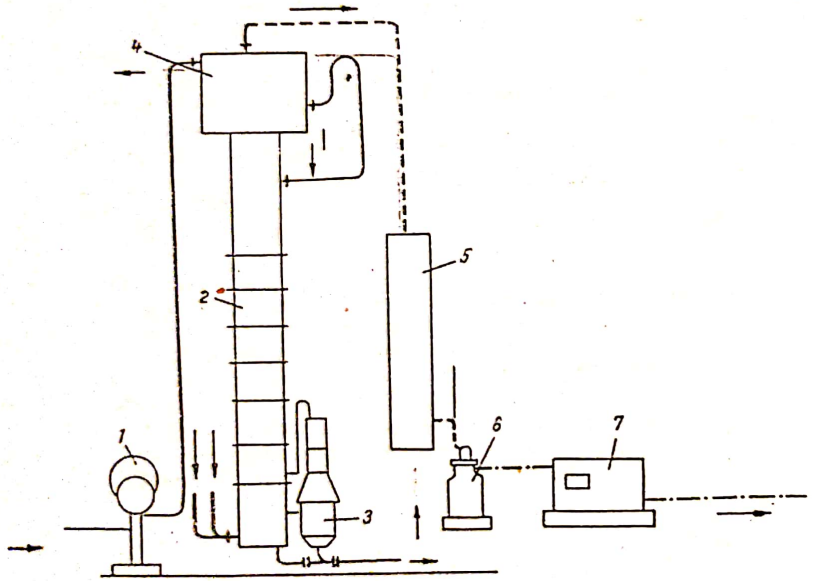
În industria spirtului din țara noastră se folosesc în exclusivitate instalații de distilare cu funcționare continuă.

Acestea se construiesc din cupru sau din fontă.

În figura 156 este prezentată schema unei instalații de distilare cu funcționare continuă care se compune din următoarele aparate: pompa *1* de alimentare a coloanei de distilare cu plămadă fermentată; coloana *2* de distilare a plămezii fermentate; regulatorul de borhot *3*; deflegmatorul *4*; condensator-răcitorul *5*; filtrul și felinarul de control *6*; aparatul de măsurare (de control) a cantității de alcool produse 7.

Pentru a înțelege modul de funcționare a instalației de distilare, în cele ce urmează se face o prezentare succintă a construcției, rolului și modului de funcționare a fiecărei părți componente a instalației.

Pompa de plămadă fermentată. Pentru alimentarea coloanelor de distilare se folosesc pompe de alimentare de construcție specială, care aspiră plămada din linul de fermentare și o refulează la o oarecare înălțime, la punctul de alimentare a coloanei.



Legendă:

- *Abur*
- *Vapori alcoolici*
- *Spirt rafinat*
- *Apă de răcire*
- *Borhot*
- *Plămadă fermentată*

Fig. 156. Schema instalației de distilare cu funcționare continuă.

În industria spirtului, cele mai răspîndite sînt pompele cu piston acționate cu abur sau electric. Aceste pompe, cunoscute și sub denumirea de pompe plunger, prezintă avantajul reglării debitului de plămadă fie prin schimbarea debitului de abur (la cele acționate cu abur), fie prin modificarea cursei pistonului.

Important în funcționarea acestei pompe este faptul că se poate asigura un mers uniform, și implicit un debit constant de plămadă, o reglare sigură, cu posibilitatea aspirării lichidului și de la nivele de sub cel al pardoselii, adică din bazine colectoare de plămadă fermentată.

În ultimul timp a început să fie aplicată și acționarea electrică a pompelor de plămadă, prin curele trapezoidale sau roți dințate.

Avantajul antrenării electrice constă în faptul că pompele lucrează uniform, nemaifiind dependente de presiunea aburului.

Cele mai moderne sînt pompele cu piston orizontal, acționate electric, care prezintă de asemenea siguranță în exploatare.

Coloana de distilare cu funcționare continuă este partea principală a instalației de distilare cu ajutorul căreia se realizează distilarea plămezilor.

Toate celelalte aparate care au fost arătate în schema instalației sînt anexele coloanei de distilare.

Coloanele sau aparatele propriu-zise de distilare se construiesc în majoritatea cazurilor din cupru și din ce în ce mai rar din fontă. Fonta nu se mai întrebuințează la construcția acestora, deoarece se corodează foarte repede, din cauza acidității plămezilor fermentate.

În figura 157 se prezintă schematic secțiunea longitudinală a unei coloane de distilare.

Din punct de vedere constructiv, la o coloană de distilare se disting următoarele părți componente:

— coloana *1* de fierbere, de plămadă sau de epuizare a plămezii, care este partea inferioară a aparatului, de la talerul de alimentare pînă la fundație:

— coloana *2* de luter sau de concentrare, care este partea superioară a aparatului, de la talerul de alimentare pînă la punctul de legătură a coloanei cu deflegmatorul;

— racordul *3* pentru introducerea plămezii pe talerul de alimentare a coloanei de fierbere;

— talerul *4* de alimentare a coloanei cu plămadă, care este primul taler de la partea superioară a coloanei de fierbere și care face legătura între coloana de fierbere și cea de concentrare;

— racordul *5* de pătrundere a flegmelor din deflegmator în coloana de concentrare, cînd acesta nu este montat pe coloană;

— racordul *6* pentru ieșirea borhotului din coloană, care face legătura cu regulatorul de borhot;

— racordul *7* de introducere a aburului în coloana de distilare;

— vizorul *8*, care se montează la fiecare taler al coloanei de fierbere pentru a observa nivelul de plămadă și circulația acesteia în timpul funcționării.

Pentru a înțelege modul de funcționare a instalației, este necesar să se cunoască mai amănunțit

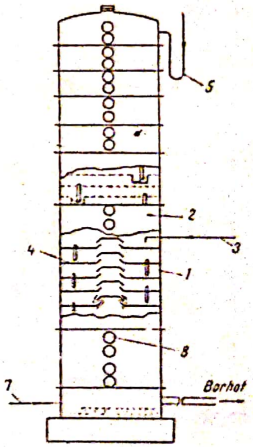


Fig. 157. Schema coloanei de distilare cu funcționare continuă.

Scanned with OKEN Scanner

construcția coloanei de distilare și fenomenele care se petrec în interiorul acesteia în timpul funcționării.

Coloana de fierbere 1 este alcătuită din: segmenți de coloană de același diametru și identici din punct de vedere constructiv. Acești segmenți sînt legați unul de altul printr-o flanșă cu șuruburi pe toată circumferința.

Fiecare segment are în interior cîte 2—4 talere cu clopote, al căror rol va fi descris în cele ce urmează. Primul segment de la baza coloanei este înalt de 700—800 mm și nu are talere. În acest segment se introduce aburul în coloană printr-o serpentină perforată și prin el se elimină borhotul (plămada dezalcoolizată) din coloană.

Prin asamblarea segmenților descriși mai sus se obține coloana de fierbere care are 12—16 compartimente separate între ele prin talere.

Diametrul coloanei de fierbere este variabil în funcție de capacitatea proiectată a instalației de distilare, fiind cuprins între 850 mm — la coloanele mici — și 1 400 mm la coloanele de mare capacitate.

Distanța între talere este de 250—300 mm sau mai mare (la coloanele mari).

Din punct de vedere constructiv, al modului de funcționare și al eficienței, talerele sînt de două feluri: talere cu linie simplă de fierbere și talere cu linie dublă de fierbere.

În figura 158 este prezentat în secțiune longitudinală și transversală un segment de coloană cu talere și linie simplă de fierbere.

Talerele se construiesc din tablă de cupru. Părțile componente ale unui taler cu fierbere simplă sînt următoarele: în segmentul de coloană *1* se montează talerul *2*, care are clopotul *3*, țeava de preaplin *4* și orificiu de pătrundere a aburului *5*.

Modul de funcționare a talerului cu linie simplă de fierbere este următorul:

Aburul introdus pe la baza coloanei (în ultimul segment) pătrunde prin gîtul talerului. Clopotul talerului, care are marginile cufundate în plămadă, forțează aburul să pătrundă în aceasta, încălzindu-se pînă la punctul de fierbere. Alcoolul mai ușor volatil este antrenat din lichid sub formă de vapori și se îndreaptă spre următorul taler, unde fenomenul se repetă. Astfel, de la un taler la altul, vaporii devin din ce în ce mai concentrați în alcool. Circulația plămezii se realizează astfel:

Plămada fermentată, preîncălzită în deflegmator, pătrunde pe talerul de alimentare. Între acest taler de alimentare și primul taler al coloanei de concentrare se lasă un spațiu de circa 50 cm. Plămada ajunsă pe talerul de alimentare nu se poate scurge prin orificiul de pătrundere a aburului, deoarece înălțimea maximă a stratului de lichid se află sub nivelul gîtului, fiind reglată de țeava de preaplin.

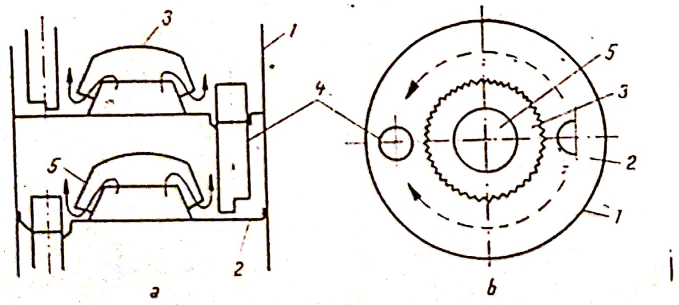


Fig. 158. Talere cu linie simplă de fierbere:
a — secțiune longitudinală; *b* — secțiune transversală.

Cînd nivelul plămezii depășește marginea superioară a țevii de preaplin, plămada se scurge prin aceasta pe talerul următor. Țeava de preaplin de pe talerul superior are partea inferioară scufundată în plămada de pe talerul imediat inferior, pentru ca vaporii să nu pătrundă prin aceasta și astfel să împiedice circulația plămezii. În mersul ei descendent, plămada suferă o dezalcoolizare pe fiecare taler, astfel că în segmentul cel mai de jos al coloanei nu mai conține alcool, fiind în final eliminată sub formă de borhot din coloană.

Cunoscînd deci fenomenele care se produc pe talere, rezultă că în coloana de distilare există o circulație în contracurent a vaporilor și a plămezii. Pe măsură ce vaporii înaintează spre partea superioară a coloanei, crește concentrația lor în alcool și scade temperatura acestora, pe cînd plămada în timpul scurgerii spre baza coloanei pierde din alcoolul pe care-l conține pînă la epuizare, iar temperatura ei crește.

Talerele cu linie dublă de fierbere prezentate în secțiune transversală, în figura 159 sînt mult mai eficiente, ele ducînd la sporirea capacității de distilare a coloanelor, fără a se mări diametrul acestora. Explicația constă în faptul că vaporii nu pătrund numai central, ci și pe lîngă mantaua coloanei, mărindu-se astfel linia de barbotare a aburului în coloană.

Pe lîngă talerele descrise mai sus se mai construiesc coloane cu talere, avînd clopote și țeavă de preaplin ovale, talere cu orificiu excentric sau talere cu mai multe clopote.

Coloana de concentrare 2 se montează deasupra coloanei de fierbere, făcînd corp comun cu aceasta. Diametrul acestei coloane poate fi mai mic sau de cele mai multe ori egal cu cel al coloanei de fierbere.

Talerele din această coloană au altă construcție. Ele sînt formate din niște site executate din tablă de cupru perforată.

În figura 160 este prezentată construcția unor asemenea talere, care funcționează după următorul principiu:

Cînd presiunea vaporilor din coloană este mai mare decît a stratului de lichid de pe sita *2*, vaporii barbotează în lichid și, cedînd căldura lor, antrenează

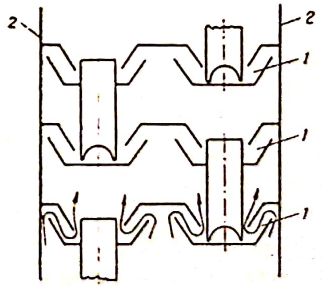


Fig. 159. Talere cu linie dublă la fierbere.

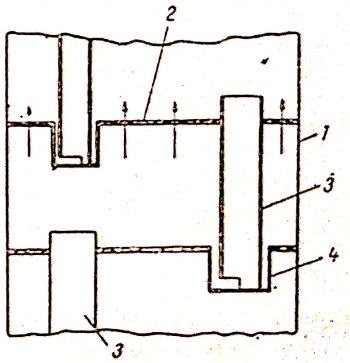


Fig. 160. Talere cu site.

Scanned with OKEN Scanner

o parte din alcool. Lichidul dezalcoolizat parțial se scurge de pe o sită pe alta prin țevile de preaplin *3*.

Într-o conductă de concentrare se montează 16 asemenea talere, la distanța de circa 150 mm. Vaporii alcoolici din coloana de concentrare pătrund în deflegmator, fie direct cînd acesta este montat pe coloană (cazul frecvent), fie printr-o conductă.

Regulatorul de borhot. Acest aparat reglează automat evacuarea borhotului din coloană, astfel ca nivelul acestuia la nivelul coloanei să fie constant.

După cum se arată în figura 161 regulatorul de borhot este compus dintr-un vas cilindric *1*, în care se găsește un plutitor *2*, străbătut de un ax *3*, care iese prin capacul vasului în exterior terminîndu-se cu un mîner, iar la partea inferioară se termină cu un cep *4*, care închide conducta *5* prin care se evacuează borhotul din regulator.

Pe capacul regulatorului mai este montată o conductă *6*, prin care pătrund vaporii din interior. Aceștia sînt condensați în răcitorul *7*, iar condensul pătrunde în eprubeta de control *8*, în care se găsește în permanență alcoolmetrul *9*.

Regulatorul se află în comunicație cu coloana de distilare prin conducta *10*.

Modul de funcționare este următorul:

Cînd nivelul borhotului din coloană crește, crește și presiunea coloanei de lichid. În acest caz se evacuează un debit mai mare de borhot care ridică plutitorul. La rîndul lui, plutitorul deschide conducta de evacuare de la partea inferioară a regulatorului.

Dacă nivelul borhotului din coloană scade, scade și debitul evacuat și, ca urmare, plutitorul coboară închizînd parțial sau total orificiul de evacuare al regulatorului de borhot.

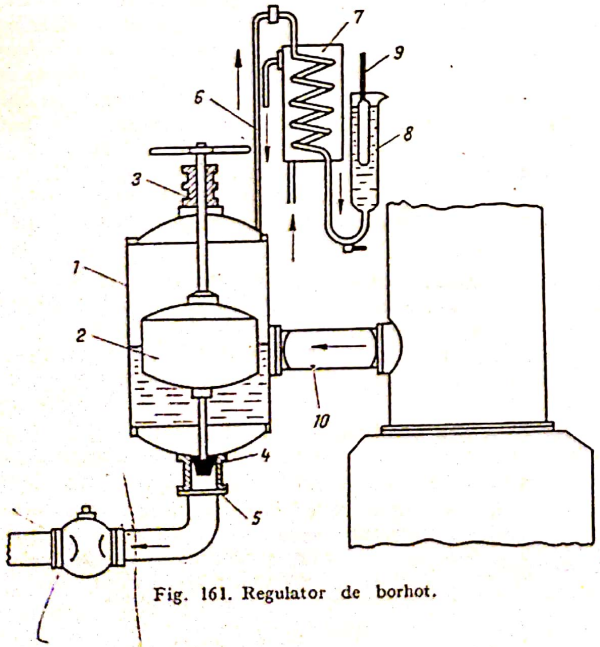


Fig. 161. Regulator de borhot.

Rolul instalației anexe de captare și răcire a vaporilor din regulator este de a controla periodic la eprubeta de control dacă borhotul evacuat nu conține alcool. Prin conducta care face legătura cu regulatorul de borhot, numită conducta de luter, vaporii pătrund în serpentina din răcitor unde se condensează. În eprubeta de control se află în permanență un alcoolmetru cu gradații de la 0—3 grade alcool, care indică concentrația alcoolică a condensatului.

Deflegmatorul. Vaporii alcoolici care părăsesc coloana de fierbere nu sînt atît de bogați în alcool ca, după condensare, lichidul obținut să aibă concentrația alcoolică a spirtului brut (80%). Concentrația în alcool a vaporilor se mărește cu ajutorul coloanei de concentrare. Funcționarea normală a acesteia poate fi asigurată dacă prin ea se scurge continuu un curent de alcool.

Această condiție poate fi realizată cu ajutorul deflegmatorului. Deflegmatorul este un schimbător de căldură, care pe lîngă funcția de alimentare a coloanei de concentrare cu lichid alcoolic, mai are și rolul de a concentra suplimentar vaporii de alcool care ies din coloană, astfel că aceștia, după ce părăsesc deflegmatorul prin condensare, pot da un spirt brut de tărie alcoolică corespunzătoare.

Condensarea parțială a vaporilor alcoolici în deflegmator se realizează printr-o răcire moderată, astfel că vaporii care rămîn necondensați conțin o proporție mai mare din componenții mai volatili, iar cei care condensează o proporție mai mare din componenții mai puțin volatili.

Condensarea parțială a unui amestec de vapori se numește *deflegmare*, iar lichidul alcoolic care se întoarce din deflegmator în coloană poartă denumirea de *reflux* sau *flegme*.

Răcirea vaporilor alcoolici pătrunși în deflegmator se realizează cu apă, ori cu plămada fermentată înainte de a fi introdusă în coloană, sau combinat și cu apă și cu plămadă.

Răcirea parțială sau în unele cazuri totală a deflegmatorului cu plămadă fermentată prezintă un dublu avantaj.

Pe de o parte se realizează economie de apă de răcire, iar pe de altă parte economie de abur, deoarece prin trecerea prin deflegmator plămada se preîncălzește înainte de a ajunge la talerul de alimentare, micșorîndu-se astfel efortul termic al coloanei.

De asemenea, prin încălzirea plămezii, înainte de introducerea ei în coloană se evită spumarea. În cazul plămezilor reci se produce o spumă abundentă (mai ales la plămezile de cartofi), care poate ajunge în deflegmator, condensator, și chiar pînă în aparatul de control alcoolmetric.

Tipurile de deflegmatoare folosite în industria spirtului sînt următoarele:

Deflegmatorul tubular, care este arătat în secțiune longitudinală în figura 162.

În mantaua *1* a deflegmatorului de formă cilindrică construită din tablă de fier se montează la partea superioară și inferioară cîte o placă de cupru *2*, în care se fixează, prin mandrinare, țevi de răcire din cupru *3*. Apa de răcire pătrunde prin racordul *4*, în camera de răcire inferioară *5*, trece prin țevile de cupru și prin camera de răcire superioară *7* iar prin racordul de ieșire *8* este eliminată din deflegmator.

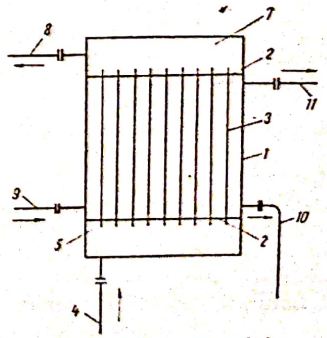


Fig. 162. Deflegmator tubular.

Scanned with OKEN Scanner

Vaporii alcoolici pătrund prin racordul *9*, în spațiul dintre țevile de răcire. Condensul (flegmele) se întoarce în coloană prin racordul *10*, iar vaporii necondensați părăsesc deflegmatorul prin racordul *11*, fiind dirijați prin conducta de legătură la condensatorul răcitor.

Deflegmatorul cu răcire combinată (fig. 163). Acest tip de deflegmator se montează chiar pe coloana de distilare. În partea superioară a deflegmatorului, răcirea se efectuează cu apă, iar în partea inferioară cu plămadă fermentată. După fiecare două rînduri de țevi, în acest deflegmator se introduce un grătar, care determină un contact intim între vaporii de alcool care urcă și flegmele care coboară.

În acest fel, la acest tip de deflegmator se realizează o concentrare a vaporilor mai mare decît la alte tipuri de deflegmatoare, efectul de concentrare a două rînduri de țevi de răcire fiind echivalent cu al unui taler din coloana de concentrare.

În afara tipurilor de deflegmatoare arătate mai sus, existente la fabricile de spirt din țara noastră, se mai cunoaște și tipul de deflegmator cu serpentină și deflegmatorul cu 2 cilindri suprapuși.

Condensatorul. Condensatoarele sînt ca și deflegmatoarele schimbătoare de căldură care au o dublă funcțiune, și anume de condensare totală a vaporilor alcoolici care vin din deflegmator și de răcire la temperatura dorită a spirtului obținut.

Principalele tipuri de condensatoare în exploatare sînt: condensatorul tubular, condensatorul cu serpentină și condensatorul combinat (cu țevi și serpentină).

În figura 164 este redat în secțiune longitudinală un condensator tubular. Construcția și funcționarea acestui condensator sînt asemănătoare cu a deflegmatorului tubular. Prin racordul *1*, apa de răcire intră în camera inferioară *2* de unde aceasta își continuă curgerea prin țevile *3*, mandrinate în plăcile *4*. Apa este eliminată din condensator prin camera de răcire *5* și racordul *6* care are legătură cu deflegmatorul.

Vaporii alcoolici de la deflegmator pătrund prin racordul *7*, sînt condensați și răciți, iar spirtul obținut iese din condensator prin racordul *8*.

În figura 165 se prezintă în secțiune longitudinală un condensator cu serpentină care are racordurile de intrare a apei *1* și de ieșire *2*, racordul *3* pentru intrarea vaporilor alcoolici din deflegmator, serpentina de răcire *4* și racordul *5* pentru ieșirea spirtului din condensator.

Acest tip de răcitor se folosește la instalațiile de distilare de capacitate mică.

În figura 166 este prezentat în secțiune longitudinală un condensator cu țevi și serpentină. Vaporii alcoolici pătrund în prima parte a condensatorului (cu țevi) prin racordul *1*, în care se condensează. Condensul (spirtul) trece apoi prin racordul *2*, în serpentina de răcire *3* a jumătății inferioare a condensatorului, în care se răcește și apoi iese din acesta prin racordul *4*, mergînd la felinarul de control.

Apa de răcire pătrunde pe la partea inferioară prin racordul *5*, intră apoi în țevile *6* din jumătatea superioară, trece în camera colectoare *7* și iese prin racordul *8*, mergînd prin conducta de legătură la deflegmator.

La fiecare dintre condensatoarele descrise mai sus, pe conducta de spirt care face legătura cu filtru se montează o țeavă de aerisire *9*, care are rol de evacuare din instalație a aerului și bioxidului de carbon ce au trecut prin coloană, precum și a vaporilor de spirt necondensați.

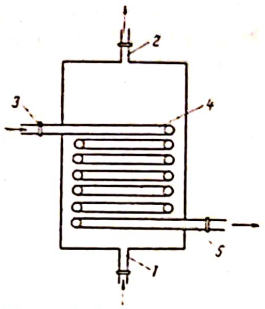


Fig. 165. Condensator cu serpentină.

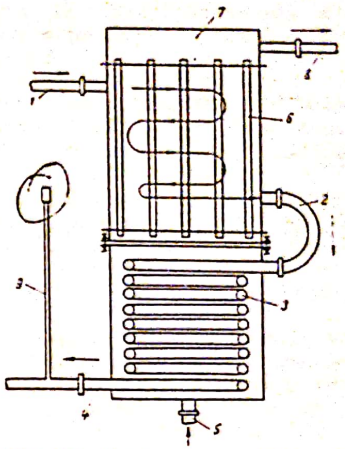


Fig. 166. Condensator combinat (cu serpentină și țevi).

Filtrul de spirt și felinarul de control. Filtrul servește pentru reținerea impurităților din spirt impiedicînd pătrunderea acestora în aparatele de control (aparate de înregistrare a producției de spirt), care fiind foarte sensibile și de mare precizie ar putea fi dereglate.

În figura 167 este prezentat un ansamblu filtru-felinar de control. Filtrul și felinarul de control constituie de fapt un singur aparat, felinarul de control fiind montat pe filtrul *1*. Spirtul pătrunde prin racordul *2*, din care ajunge în paharul de revărsare *3* în felinarul *4*, care este un clopot de sticlă. În paharul *3* se află fixat alcoolmetrul *5* pentru controlul concentrației alcoolice a spirtului și termometrul *6* pentru controlul temperaturii acestuia. Din paharul *3*, spirtul brut curge prin orificiul *7* și conducta *8*, pînă la partea de jos a filtrului. Trecînd de la o secțiune mică la una mult mai mare, spirtul capătă o mișcare liniștită ascendentă. În aceste condiții, impuritățile mecanice din spirt datorită greutății lor specifice mai mari se depun pe discurile circulare *9* confecționate din tablă, care se așază în filtru unul peste altul. Fiecare placă se sprijină pe următoarea, pe piciorul *10*.

În mișcarea de jos în sus, datorită rezistenței opuse de plăci, spirtul se și omogenizează, condiție necesară înainte de intrarea în aparatul de control alcoolmetric. Spirtul brut iese din filtru prin racordul *11*, legat de conducta prin care spirtul este introdus în aparatul de control alcoolmetric.

În cazul spirturilor curate, fără prea multe impurități, cum este în special spirtul rafinat, se folosește filtrul prezentat în figura 168.

La acest tip de filtru, spirtul pătrunde prin racordul *1* în corpul filtrului *2*. În continuare, spirtul pătrunde prin săculețul *3*, confecționat din sită metalică foarte fină prin care se filtrează, ajungînd în paharul de revărsare *4*, din felinarul (clopotul de sticlă) *5*, în care se controlează temperatura și gradul alcoolic cu termometrul *6* și respectiv alcoolmetrul *7*.

Din paharul de revărsare prin racordul *8*, spirtul este condus la aparatul de control pentru înregistrarea volumului și a gradelor alcoolice.

Gazele din interiorul felinarului sînt eliminate în exterior prin conducta *9*.

Scanned with OKEN Scanner

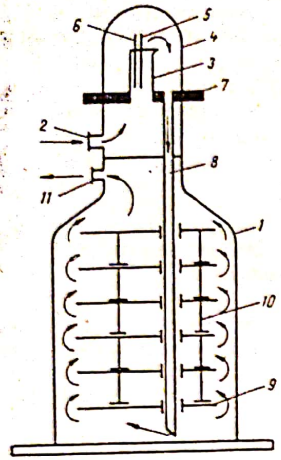


Fig. 167. Filtru pentru spirt brut.

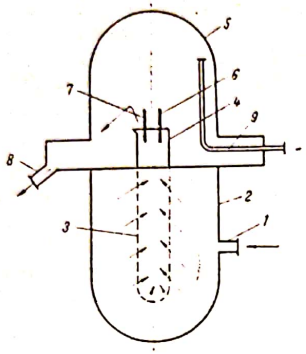


Fig. 168. Filtru pentru spirt rafinat.

Prin felinarul de control care, după cum s-a arătat mai sus, este un clopot de sticlă, se controlează și uniformitatea debitului de spirt ieșit din condensator.

Aparatul de control pentru măsurarea cantității de alcool produse. Pentru stabilirea randamentului de fabricație pe 24 de ore sau pe fiecare lin de fermentare este necesar să se cunoască cu precizie cantitatea de spirt rezultată dintr-o cantitate de materie primă măsurată care s-a prelucrat.

Urmărind îndeaproape randamentele obținute, se poate aprecia modul în care decurge procesul de fabricație.

În scopul înregistrării producției de spirt se folosesc aparate de control, care se mai numesc contoare de spirt. Aceste aparate înregistrează atît volumul de spirt în litri, cît și concentrația lui, care se exprimă în litri de alcool absolut. Pentru înregistrarea volumului și a concentrației alcoolice în corpul aparatului sînt montate două contoare distincte.

Aparatul se montează între felinarul de control și rezervorul colector.

C. CONDUCEREA PROCESULUI DE DISTILARE

1. PUNEREA ÎN FUNCȚIUNE A APARATULUI DE DISTILARE

Urmărind pe schema instalației de distilare prezentată în figura 156 procesul de distilare se desfășoară astfel:

Înainte de punerea în funcțiune se umple cu apă coloana de distilare *2*, în care se introduce apoi abur, pentru a constata dacă aceasta nu are scăpări de vapori pe la flanșe.

Dacă etanșeitatea coloanei este corespunzătoare, se demontează vizoarele din dreptul fiecărui taler pentru scurgerea apei, apoi acesta se montează. După acest control coloana este pregătită pentru punere în funcțiune.

Cu ajutorul pompei *1* se umple coloana cu plămadă fermentată, după care pompa se oprește. Se controlează dacă serpentinele și țevile din deflegmatorul *4* și condensatorul *5* sînt pline cu apă.

Se introduce apoi abur pentru încălzirea plămezii. Încălzirea coloanei este considerată terminată cînd termometrul montat pe conducta de intrare a plămezii din deflegmator în coloană indică 100°C sau, în lipsa acestuia, cînd conducta de spirt de la condensatorul răcitor care face legătura cu felinarul de control este caldă.

În acest moment se pornește pompa de plămadă cu un debit moderat. Cînd se observă că temperatura în coloană începe să scadă, iar la felinarul de control apar primele picături de condens, se deschid robinetele de pe conducta de apă de răcire de la condensator și deflegmator și se mărește debitul de plămadă al pompei. Totodată, se admite și un debit mai mare în coloana de distilare.

Prin stabilirea debitului optim de plămadă se realizează o temperatură relativ constantă (92—93°C). Dacă aceasta se menține un timp mai îndelungat, se consideră că aparatul a intrat în regimul normal de funcționare.

O altă indicație a funcționării normale a coloanei de distilare este presiunea. În timpul funcționării, presiunea în coloană trebuie să fie de 0,12—0,13 at. Presiunea în coloană se urmărește cu ajutorul unui manometru.

Cînd presiunea admisă este depășită, înseamnă că s-a introdus prea multă plămadă în coloană, sau că unul din talere este înfundat.

Dacă presiunea din coloană scade, aceasta este o indicație că nivelul plămezii de pe talere a scăzut sub normal din cauza dezlipirii marginilor talerelor de pe coloană (vaporii trecînd liber prin acele locuri) sau a uzurii avansate a gîturilor sau clopotelor unor talere, pe unde vaporii trec fără să mai barboteze lichidul.

Vaporii alcoolici care se formează în coloana de plămadă (de fierbere) trec în coloana de concentrare și ajung în deflegmatorul *4*. Prin condensare parțială a componenților mai greu volatili se formează refluxul, care se întoarce în coloana de concentrare. Vaporii mai concentrați în alcool trec în condensatorul *5*, unde sînt condensați total și răciți. Spirtul curge la filtrul și felinarul de control *6*, apoi prin aparatul de control *7* spre rezervorul colector.

Mersul normal și uniform al unei instalații de distilare se realizează printr-o justă corelare a debitului de plămadă introdus în coloană, a debitului de abur și a debitului de apă de răcire, care se introduce în condensator și în deflegmator.

Instalația de distilare funcționează normal cînd temperatura în coloană este de 93—95°C, presiunea 0,12—0,13 at debitul de spirt la felinarul de control este constant, temperatura spirtului brut 15—17°C iar tăria alcoolică 80—85 grade.

Cînd temperatura în coloană crește, este o indicație că aceasta nu este alimentată cu debitul corespunzător de plămadă, iar cînd scade, rezultă că debitul introdus este mai mare decît cel normal. În acest din urmă caz este posibil să apară și alcool în borhot, care se constată în eprubeta de control a regulatorului de borhot. Pentru înlăturarea acestor situații se accelerează sau se încetinește ritmul de funcționare a pompei de plămadă.

Este de asemenea important ca în coloana de distilare să se introducă un debit constant de abur. Această condiție se realizează prin montarea unui reductor de presiune pe conducta de admisie a aburului în coloană.

Dacă debitul de plămadă și cel de abur care se introduc în coloană sînt just corelate și apar totuși variații ale debitului de spirt la felinarul de control,

Scanned with OKEN Scanner

aceasta înseamnă că debitul de apă de răcire introdus în condensator și în deflegmator nu este corespunzător.

Cînd la felinarul de control apare un debit mai mare de spirt decît cel normal, se procedează la deschiderea ventilului de admisie a apei de răcire în condensator și în deflegmator. Debitul de apă se reduce prin închiderea parțială a ventilului, cînd debitul de spirt la felinar scade sub cel normal.

Cînd se întrerupe alimentarea cu apa de răcire se oprește pompa de plămadă și se închide ventilul de abur pentru a evita pierderile de alcool prin conducta de aerisire.

2. OPRIREA TEMPORARĂ A INSTALAȚIEI DE DISTILARE ȘI REPUNEREA ÎN FUNCȚIUNE

Scoaterea din funcțiune. Din cauza unor defecțiuni (defectarea pompei de plămadă, înfundarea conductei de plămadă de la linul de fermentare etc.) se impune ca instalația de distilare să fie scoasă din funcțiune. În această situație se procedează astfel:

Se oprește pompa de plămadă și apoi accesul aburului în coloană. Cînd presiunea în coloană a scăzut, se închid robinetele de admisie a apei în condensator și în deflegmator. În această situație, lichidul alcoolic de pe talerele coloanei de concentrare și plămada de pe talerele superioare ale coloanei de plămadă se scurg și se acumulează în segmentele inferioare ale coloanei.

Repunerea în funcțiune. După îndepărtarea defecțiunii, instalația de distilare se repune în funcțiune. Operațiile se efectuează în următoarea ordine: Se introduce abur în coloana de distilare: prin condensarea parțială a aburului, cantitatea de lichid de la baza coloanei crește și, ca urmare va crește și presiunea în regulatorul de borhot. În această fază se va urmări îndeaproape încălzirea condensatorului.

Cînd se constată că acesta a început să se încălzească, se admite debitul maxim de apă de răcire, apoi se mărește și debitul aburului în coloană, pînă cînd o treime din partea superioară a condensatorului se mai menține caldă. În aceste condiții, lichidul alcoolic care s-a acumulat la baza coloanei se fierbe cu ajutorul aburului, la temperatura de 102—103°C. Se deschide apoi robinetul de pe conducta de luter. Înainte ca regulatorul de borhot să înceapă să funcționeze, se mărește debitul de abur în coloană. Pompa de plămadă se pornește în momentul cînd la felinarul de control începe să curgă spirtul.

În cazul opririlor de lungă durată, sau pentru curățirea coloanei de distilare, se procedează la epuizarea totală a alcoolului din coloana de distilare.

În această situație se procedează astfel: se oprește pompa de plămadă și se fierbe plămada din coloană pînă cînd la felinarul de control nu se mai constată alcool. Se închide apoi ventilul de admisie a aburului în coloană și cel al apei de răcire în condensator.

APLICAȚII

1. Știind că totalul gradelor alcoolice conținute de o plămadă fermentată este dat de produsul dintre litri de plămadă și concentrația alcoolică a plămezii, să se determine conținutul de alcool al unei cantități de 82 750 l plămadă fermentată cu concentrația alcoolică de 7,8%, care să se exprime în grade alcoolice, grade decalitri și litri alcool absolut.

   R: 645 450 grade alcoolice;
   64 545 grade decalitri
   6 454,50 l alcool absolut.

2. În cazul distilării necorespunzătoare a unei plămezi concentrate pot avea loc pierderi de alcool prin borhot. Să se determine cît reprezintă pierderea în litri alcool absolut în cazul distilării unui volum de 68 m³ plămadă fermentată cu concentrația de 7,9% cunoscînd că prin distilare s-a evacuat prin borhot 5,5% din totalul cantității de alcool aflată în plămadă.

   R: 295,46 l alcool absolut.

3. Concentrația alcoolică medie a spirtului brut, care se obține de obicei la distilarea plămezilor fermentate, este de 80% volume (80° alcoolice). Să se determine cantitatea de spirt brut, în litri de 80 grade alcoolice, în cazul distilării unei plămezi de 86 500 l care are o concentrație 8,1% alcool (8,1 grade alcoolice) și la care se admite că prin distilare nu au loc pierderi de alcool.

   R: 8 758,125 l spirt brut cu concentrația alcoolică 80% (80 grade alcoolice).

4. Prin distilarea plămezilor fermentate din cantitatea totală de alcool se pierde circa 0,4%. Să se determine cantitatea de spirt brut în litri de 78% concentrație și pierderile care reprezintă 0,4% în litri alcool absolut care se produc la distilarea unei plămezi de 80 000 l cu concentrația alcoolică de 8%.

   R: 8 172,30 l spirt brut de 78% concentrație alcoolică.
   25,60 l alcool absolut pierderi la distilare.

Capitolul XXVII

RAFINAREA SPIRTULUI BRUT

A. NOȚIUNI DESPRE RAFINARE

Spirtul brut obținut prin distilarea plămezilor fermentate conține, pe lîngă alcool etilic, și o serie de alte substanțe — unele în cantități foarte mici, iar altele în cantități relativ mari — care se deosebesc prin punctul lor de fierbere.

În totalitatea lor, aceste substanțe se numesc impurități. Ele sînt produse secundare ale fermentației alcoolice (aldehide, alcooli superiori, esteri etc.) și produse care se formează ca urmare a fermentației bacteriene, cum

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 15

Componenții principali ai spirtului frunți

Componentul	Temperatura de fierbere °C
Aldehidă acetică	20,8
Formiat de etil	54,15
Acetat de metil	56,0
Acetat de etil	77,05

sînt acizii organici. Alte produse se formează chiar în timpul procesului de distilare sau de rafinare, cum sînt unii esteri.

Impuritățile din spirtul brut, după punctul lor de fierbere, sînt unele mai volatile decît alcoolul etilic, adică au punct de fierbere mai mic, și altele mai puțin volatile decît acesta, deci cu punct de fierbere mai mare.

Impuritățile imprimă spirtului brut un miros și gust neplăcut, din care cauză acesta nu poate fi întrebuințat la fabricarea băuturilor alcoolice, în parfumerie, cosmetică, precum și în industria farmaceutică, unde se cere un spirt cît mai pur.

Se ridică deci problema purificării spirtului brut, prin îndepărtarea impurităților pe care le conține.

Acestea se separă cu ajutorul instalațiilor de rectificare, care lucrează pe principiul distilării.

De data aceasta însă, distilarea trebuie să fie condusă deosebit de modul în care s-a condus distilarea plămezii fermentate.

Operația de rafinare trebuie să fie condusă astfel ca să se obțină trei fracțiuni:

— O primă fracțiune în care se află produsele mai ușor volatile decît alcoolul etilic (cu punct de fierbere mai mic decît 78,3°C). Acestea se numesc frunți sau cap de distilare. Denumirea lor și punctele de fierbere sînt prezentate în tabela 15.

— A doua fracțiune, care este în fond scopul rafinării, este alcătuită din alcool etilic care are punct de fierbere la 78,3°C. Alcoolul etilic trebuie să conțină foarte puține impurități. (urme) sau să fie chiar lipsit de acestea.

— A treia fracțiune conține produsele mai greu volatile, adică acele impurități care au punctul de fierbere mai mare de 78,3°C. Aceste impurități se numesc cozi de distilare, a căror denumire și temperaturi de fierbere sînt prezentate în tabela 16.

Tabela 16

Componenții principali ai spirtului cozi

Componentul	Temperatura de fierbere °C
Alcool propilic	97,2
Apă	100
Alcool izobutilic	108,4
Izobutirat de etil	110,1
Butirat de etil	121,0
Alcool izoamilic	132,0
Izovalerianat de etil	134,8
Acetat de izoamil	137,6
Furfurol	162,0
Izovalerianat de izoamil	196,0

Cantitatea acestor impurități din spirtul brut, depinde de materia primă folosită, de criteriul tehnologic și de felul utilajelor.

Spirtul brut obținut din cartofi are un conținut de impurități de 0,5% din greutatea alcoolului etilic, iar distilatele obținute din plămezi de fructe (rachiuri naturale, tescovină) pînă la 1,5%.

Îndepărtarea acestor impurități din spirtul brut constituie una dintre cele mai dificile probleme într-o fabrică de spirt, deoarece calitatea spirtului rafinat obținut este apreciată după conținutul de impurități; spirtul rafinat cel mai bun fiind acela care conține cele mai puține impurități.

Potrivit normelor din țara noastră, un spirt rafinat este corespunzător cînd 100 ml alcool absolut conțin maximum 0,002 g aldehide, 0,003 g acizi și 0,004 g alcooli superiori.

Hotărîtor pentru obținerea unui spirt rafinat de calitate superioară este tipul instalației de rafinare folosite. Astfel, cu instalații de rafinare cu funcționare periodică se obține un spirt rafinat de calitate inferioară celui care se produce cu instalație cu funcționare continuă, în care se realizează o puritate avansată a spirtului.

B. INSTALAȚII PENTRU RAFINARE

După construcție și modul de funcționare, productivitatea și eficiența în exploatare, instalațiile de rafinare sînt de două tipuri: cu funcționare periodică și cu funcționare continuă.

1. INSTALAȚIA PENTRU RAFINARE CU FUNCȚIONARE PERIODICĂ

Caracteristica principală a acestor instalații, care pînă nu de mult au fost cele mai răspîndite, este funcționarea lor periodică. Spirtul brut se rafinează în șarje, mărimea acestora și durata de rafinare fiind în funcție de capacitatea de încărcare a bazei aparatului de rafinare și de productivitatea coloanei de rafinare.

În figura 169 este redată schema unei instalații de rafinare cu funcționare periodică.

Principalele elemente constructoare care alcătuiesc o instalație de rafinare sînt următoarele:

Blaza (cazanul de fierbere) *1*. Este un cazan din tablă de oțel de formă cilindrică, cu diametrul aproximativ egal cu înălțimea. Fundul blazei este plan, iar capacul conic terminat cu un guler, pe care se fixează coloana de rafinare. În interiorul blazei se găsește o serpentină perforată (barbotor), prin care se introduce abur direct în lichid, și o a doua serpentină pentru abur, neperforată, utilizată pentru

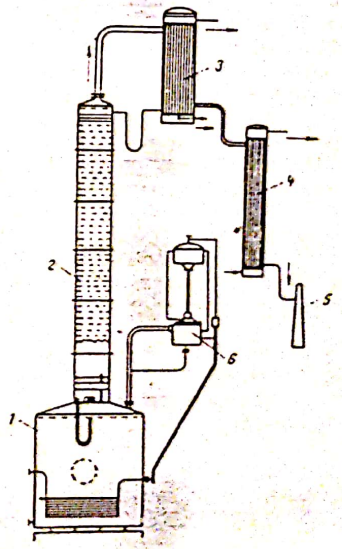


Fig. 169. Instalație de rafinare cu funcționare periodică.

Scanned with OKEN Scanner

încălzirea indirectă a spirtului brut. Aceasta din urmă se montează cît mai aproape de fundul blazei, astfel ca să fie acoperită în permanență cu lichid, chiar și la sfîrșitul rafinării. De asemenea trebuie să fie pusă în legătură cu o oală de condensare, care permite ieșirea numai a apei formată prin condensarea aburului.

Pe capacul blazei se mai montează un manometru, o supapă de vid cu deschiderea spre interior, care permite intrarea aerului în blază cînd în aceasta se formează vid și un racord cu robinet prin care blaza se încarcă cu spirt brut.

Pe peretele vertical al blazei, în zona de deservire, se montează o sticlă de nivel cu robinet de aerisire la partea superioară și robinet de umplere și golire la partea inferioară. Sticla de nivel servește la controlul nivelului de lichid din blază. De asemenea, în peretele blazei este executată și o gură de vizitare, prin care se verifică periodic starea serpentinelor de abur și care permite accesul în interior pentru efectuarea reparațiilor.

La partea inferioară, blaza este prevăzută cu un racord cu robinet, pentru golirea lichidului dezalcoolizat (apa de luter) care rămîne după distilare, sau a apei de spălare.

Oala de condens este prevăzută cu un ștuț cu robinet, pentru recoltarea de probe de condens. Periodic, acest condens se supune analizei pentru a constata dacă nu conține alcool a cărui prezență presupune existența unei defecțiuni a conductei de abur neperforate.

Capacitatea de încărcare a blazei este variabilă, în raport cu capacitatea coloanei de rafinare, fiind cuprinsă între 5 000 și 50 000 l.

Coloana de rafinare *2*. Construcția și modul de funcționare a coloanei de rafinare sînt identice cu cele ale coloanei de concentrare de la aparatele de distilare.

Coloana de rafinare este alcătuită din segmenți, în fiecare segment fiind montate mai multe talere prinse de mantaua segmentului prin nituri. Talerele sînt cu site sau cu clopote mici. În funcție de capacitate, o coloană de rafinare poate avea 36—50 de talere.

Distanța între talere este de 140—220 mm. Coloana mai este prevăzută cu un racord pentru apă, unul pentru abur și o supapă de vacuum.

Deflegmatorul *3* **și condensatorul** *4* sînt identice cu cele folosite la coloanele de distilare. Cele mai des întîlnite sînt deflegmatoarele și condensatoarele tubulare.

Filtrul și felinarul de control *5*. Avîndu-se în vedere că spirtul rafinat conține mult mai puține impurități în suspensie decît spirtul brut, se folosește cu bune rezultate filtrul și felinarul de control. (v. fig. 168)

Regulatorul de abur *6*. Pentru desfășurarea uniformă a procesului de rafinare, una dintre principalele condiții este și asigurarea unei presiuni constante în coloană. Aceasta se realizează în modul cel mai simplu prin intercalarea între conducta de abur și serpentina blazei de rafinare a unui ventil de reducție. În același scop se folosește însă și regulatorul de abur.

2. INSTALAȚIA PENTRU RAFINARE CU FUNCȚIONARE CONTINUĂ

În ultimii ani, în industria spirtului au început să fie folosite pe scară mai largă instalațiile de rafinare cu funcționare continuă. Avantajele folosirii acestor instalații constau în consum mai redus de abur, productivitate mare

și obținerea unui spirt rafinat de concentrație alcoolică uniformă și de calitate superioară.

Principiul de lucru al instalațiilor de rafinare cu funcționare continuă constă în alimentarea continuă cu spirt brut, eliminarea continuă a impurităților și captarea continuă a spirtului rafinat.

Instalațiile de rafinare sînt compuse din mai multe coloane (*2*, *3* sau *5* coloane), cele mai răspîndite fiind cele cu 2 coloane.

În figura 170 este redată schema unei instalații de rafinare cu funcționare continuă, al cărei principiu de lucru va fi descris în cele ce urmează.

Principalele părți componente ale acestei instalații sînt:

— rezervorul de alimentare *1* și schimbătorul de căldură *2*;

— coloana de frunți *3*, cu deflegmatorul *4* și condensatorul *5* prin care se elimină continuu spirtul frunți;

— coloana de rafinare (rectificare) *8*, cu deflegmatorul *9* și condensatoarele și răcitoarele *10*, *13* și *17* prin care elimină continuu spirtul rafinat și impuritățile (spirtul cozi) care au puncte de fierbere mai ridicate decît ale alcoolului etilic.

C. CONDUCEREA PROCESULUI DE RAFINARE

1. PROCESUL TEHNOLOGIC DE RAFINARE ÎN INSTALAȚII CU FUNCȚIONARE PERIODICĂ

Modul de deservire a instalațiilor și de conducere a procesului de rafinare este următorul:

Se pregătește mai întîi blaza pentru încărcare cu spirt brut. În acest scop, se deschide robinetul de aerisire de pe capacul blazei, robinetul sticlei de nivel pentru a urmări nivelul spirtului în blază și se închide robinetul de golire al blazei, la care pentru mai multă siguranță se pune și o flanșă oarbă. Se deschide apoi robinetul conductei de încărcare și se începe pomparea spirtului brut care a fost măsurat anterior într-un rezervor.

Pentru încălzirea spirtului brut introdus în blaza de rafinare se procedează în două moduri: la unele fabrici de spirt, încălzirea începe din momentul în care spirtul brut a acoperit serpentina de abur, iar la alte fabrici, aceasta începe după introducerea întregii cantități de spirt brut în blază.

Avîndu-se în vedere că încălzirea spirtului brut trebuie să se facă în cel mai scurt timp, apare mai avantajoasă prima metodă.

În momentul cînd s-a început încălzirea spirtului, se introduce apă rece în deflegmator și în condensatorul răcitor, după care robinetele de admisie a apei se închid.

Încălzirea se face în primele 5 min cu abur direct și apoi cu abur indirect și durează 30--60 min, în funcție de debitul de abur introdus în serpentina de încălzire și de cantitatea de spirt brut și temperatura inițială a acestuia. Cînd s-a încălzit mai mult de două treimi din înălțimea coloanei de rafinare, este o indicație că vaporii alcoolici au pătruns în deflegmator.

În acest moment se deschide aproape la maximum robinetul de pe conducta de admisie a apei de răcire în condensatorul-răcitor și în deflegmator. În aceste condiții, vaporii alcoolici care pătrund în deflegmator sînt condensați total și se întorc în coloană sub formă de reflux (flegme).

Acest fenomen de condensare totală a vaporilor alcoolici în deflegmator și întoarcerea lor în coloană sub formă de flegme (reflux total) se numește

Scanned with OKEN Scanner

rînarea distilării. În raport cu capacitatea blazei, cu intensitatea încălzirii i chiar cu materia primă din care a provenit spirtul brut, frînarea durează ,5—3 ore.

În timpul „frînării", impuritățile care formează spirtul frunți (aldehide i esteri) sînt scoase aproape în întregime din spirtul brut din blază și concentrate pe talerele superioare ale coloanei de rafinare. Acesta este scopul principal al frînării. De asemenea, prin frînare, datorită puternicului reflux din coloană, crește concentrația alcoolică a lichidului de pe talere, impuritățile din spirtul cozi (alcooli superiori) fiind astfel împiedicate să urce în partea superioară a coloanei.

După terminarea perioadei de frînare se micșorează debitul de apă rece în deflegmator. Astfel se reduce și debitul flegmelor (refluxul) care se întoarce în coloană, creîndu-se posibilitatea trecerii prin deflegmator a vaporilor alcoolici care conțin substanțele cele mai volatile din spirtul brut (aldehide și esteri).

Din acest moment, la felinarul de control începe să apară prima fracțiune a rafinării, adică spirtul frunți. La început, spirtul frunți are o culoare verzuie și o concentrație alcoolică de 92—94% volume, iar spre sfîrșit devine incolor, concentrația alcoolică ridicîndu-se la 95—96%.

Cantitatea de spirt frunți care se colectează la rafinarea spirtului brut cu instalații cu funcționare periodică este în medie de 7% în cazul spirtului brut din cereale și cartofi și 10% în cazul spirtului de melasă.

La extragerea spirtului frunți se stabilește în cît timp trebuie colectată cantitatea prescrisă în litri și grade alcoolice. Acestea sînt date care se stabilesc practic în raport cu parametrii tehnici ai fiecărei instalații de rafinare. Viteza de curgere a spirtului frunți trebuie să fie egală cu 60% din viteza de curgere a spirtului rafinat.

Prin urmare, dacă, spre exemplu, o instalație de rafinare are un debit normal de curgere a spirtului rafinat de 300 l/oră, în timpul captării spirtului frunți acesta trebuie să curgă cu 180 l/oră.

Spirtul frunți este înregistrat de către un aparat de control pentru spirt frunți și cozi și colectat în rezervoare separate.

Cînd se constată (prin analiză organoleptică sau de laborator) că la felinar a început să curgă spirt corespunzător, începe captarea spirtului rafinat. Pentru înregistrarea producției de spirt rafinat se folosesc unul sau două aparate de control, în raport cu capacitatea coloanei.

În timpul captării spirtului rafinat, coloana este utilizată la capacitatea maximă. Pentru ca spirtul rafinat să corespundă din punct de vedere calitativ prevederilor standardului, trebuie să se colecteze maximum 87% din cantitatea de alcool absolut aflată în spirtul brut supus rafinării, în cazul spirtului brut din cereale sau cartofi, și maximum 80%, în cazul spirtului brut din melasă.

În timpul captării, spirtul rafinat trebuie să aibă o concentrație alcoolică de minimum 96% volume. Cînd se apropie sfîrșitul perioadei de captare a spirtului rafinat (pe măsură ce conținutul blazei se micșorează), se mărește debitul de apă în deflegmator pentru a intensifica refluxul în coloană, ca să nu cadă concentrația alcoolică pe talere.

La sfîrșitul perioadei de scurgere a spirtului rafinat, productivitatea coloanei scade la 60—70%. Momentul schimbării de la spirtul rafinat la spirtul cozi se stabilește prin analiza organoleptică sau de laborator. Spirtul cozi se înregistrează de același aparat de control prin care a trecut spirtul frunți și se colectează în același rezervor.

Cantitatea de spirt cozi reprezintă aproximativ 5,6%, în cazul spirtului din cereale sau cartofi, și 8,60%, în cazul spirtului brut din melasă. Concentrația alcoolică medie a spirtului tehnic trebuie să fie de 92% volume.

În momentul cînd în felinarul de control apare o tulbureală datorită prezenței uleiului de fuzel, care formează o emulsie cu o soluție diluată de alcool etilic, se începe captarea acestuia, care de la felinarul de control — fără a mai trece prin aparatul de control — este dirijat în rezervorul colector. Pentru a realiza o concentrație de 85%, uleiul de fazel se tratează cu o soluție de clorură de sodiu, care reține apa, sau se trece la separatorul de ulei de fuzel cu care sînt dotate unele instalații de rafinare.

Rafinarea este terminată cînd concentrația alcoolică a lichidului din felinarul de control este de maximum 2%.

De o deosebită importanță pentru productivitatea coloanei și calitatea spirtului este asigurarea în timpul funcționării a unui mers uniform al coloanei de rafinare, fără salturi și fără variații de debit la scurgerea spirtului. Aceasta se realizează prin menținerea unei presiuni constante în aparat și a unui debit constant de apă în condensator-răcitor.

De aceea, blaza și coloana de rafinare trebuie să fie prevăzute cu termometre, manometre. De asemenea, și condensatorul-răcitor trebuie să fie prevăzut cu un termometru. Se va urmări cu deosebită grijă ca în timpul rafinării temperatura apei de răcire care părăsește condensatorul să fie menținută riguros între 32—33°C, iar apa care iese din deflegmator să aibă 75—76°C.

2. PROCEDEE TEHNOLOGICE DE RAFINARE ÎN INSTALAȚII CU FUNCȚIONARE PERIODICĂ

Pentru rafinarea spirtului brut se cunosc trei procedee tehnologice procedeul încărcărilor simple cu spirt brut concentrat, procedeul încărcărilor simple cu spirt brut diluat și procedeul încărcărilor repetate.

Procedeul încărcărilor simple cu spirt brut concentrat. Caracteristic acestui procedeu este faptul că spirtul brut se supune rafinării, nediluat la concentrația alcoolică la care s-a obținut (80—85%). Procedeul tehnologic de rafinare a spirtului brut concentrat este cel descris mai sus. Avantajul acestui procedeu constă în economie de abur și implicit de combustibil, precum și într-o utilizare intensivă mai bună a instalației de rafinare.

Procedeul încărcărilor simple cu spirt brut diluat. Acesta constă în diluarea în blază a spirtului brut pînă la concentrația alcoolică de 40—45%. Deși această metodă nu este economică, din cauza consumului mai mare de abur și apă și a reducerii productivității instalației, este totuși apreciată, deoarece prin diluarea spirtului se realizează o mai bună separare a impurităților, și deci o calitate mai bună a spirtului rafinat.

Procedeul încărcărilor repetate cu spirt brut. Acest procedeu constă în următoarele: se încarcă blaza cu cantitatea măsurată de spirt brut concentrat (80—85%) și apoi se rafinează după procedeul obișnuit. În momentul cînd s-a extras circa 90% din alcool din blază, rafinarea se întrerupe, se încarcă din nou blaza cu spirt brut concentrat și se procedează iarăși ca mai sus.

Numai după a treia umplere a blazei cu spirt brut se extrage spirtul cozi și uleiul de fuzel care s-a acumulat (în blază) din cele trei șarje de spirt brut.

Avantajul acestui procedeu constă în economie de combustibil și în realizarea unei productivități mai mari a instalației de rafinare.

Scanned with OKEN Scanner

3. RERAFINAREA SPIRTULUI FRUNȚI ȘI COZI

Prin procesul de rafinare în instalații de rafinare cu funcționare periodică ezultă 87% spirt rafinat și 11,6% spirt tehnic (frunți și cozi), din spirtul rut provenit din cereale sau cartofi, și 80% spirt rafinat, precum și maximum 8,6% spirt tehnic, din spirtul brut provenit din melasă. Diferența de 1,4%, n ambele cazuri, reprezintă pierderea inerentă de rafinare.

Pentru realizarea coeficientului de extracție normat de 92,5% spirt rafinat în spirtul brut supus rafinării, este necesar să se recupereze alcoolul etilic din spirtul frunți și cozi. Aceasta se realizează prin rerafinare.

Deosebirea între rafinarea spirtului brut și rerafinarea spirtului frunți cozi constă într-o durată mai mare de frînare și prelevarea unei cantități e circa 30% frunți și 20% cozi din amestecul de spirt frunți-cozi. Alcoolul tilic recuperat din spirtul frunți și cozi reprezintă aproximativ 50% din otalul gradelor alcoolice. Acest spirt rafinat este de calitate inferioară celui bținut prin rafinarea spirtului brut.

4. MODUL DE FUNCȚIONARE A INSTALAȚIEI DE RAFINARE CONTINUĂ

Această instalație care a fost prezentată în figura 170 funcționează astfel:

Spirtul brut este pompat în rezervorul *1*, unde se diluează cu apă pînă la 40% concentrație alcoolică. Diluarea spirtului brut se poate realiza și într-o prubetă de diluare înainte de pătrunderea în coloană.

Din acest rezervor, prin cădere liberă, spirtul diluat ajunge în preîncălzitorul *2*, unde se preîncălzește cu apa de luter care iese prin conducta *20* din coloana de rafinare *8*. În continuare, spirtul brut ajunge la talerul de alimentare al coloanei de separare a spirtului frunți *3*. Această coloană are o construcție similară cu aceea a unei coloane de distilare.

Pînă cînd spirtul brut ajunge la baza coloanei de frunți, aldehidele și esterii are formează frunțile sînt antrenați sub formă de vapori, se concentrează n jumătatea superioară a coloanei de frunți și trec în deflegmatorul *4*. O parte in vaporii condensați se întoarce sub formă de flegme în coloana de frunți, ar altă parte trece în condensatorul *5*, unde vaporii sînt condensați total formînd spirtul frunții, care se separă continuu prin felinarul de control *6*, însă u în întregime, deoarece o parte se întoarce cu flegmele din deflegmator în oloana de frunți.

Spirtul brut din care s-au extras aldehidele și esterii se scurge continuu de baza coloanei de frunți *3*, prin conducta de legătură *7*, pe talerul de alimentare al coloanei de rafinare *8*.

Vaporii alcoolici care se formează în jumătatea inferioară a coloanei de afinare sînt concentrați în partea superioară a acesteia, de unde trec în eflegmatorul *9*, unde are loc o condensare parțială (deflegmare). Vaporii are ies din deflegmator sînt condensați total în condensatorul *10*. Cea mai are parte din spirtul condensat se întoarce în coloana de rafinare *8* cu egmele din deflegmatorul *9*, iar o cantitate redusă se separă pe la felinarul *11*, ind apoi trecută în rezervorul colector de spirt frunți.

Spirtul rafinat de calitate corespunzătoare se separă sub formă lichidă pe talerele primului segment de sus al coloanei. Prin conducta *12* trece în citorul *13*, iar apoi la felinarul de control *14*, după care prin aparatul de control se colectează în rezervorul de depozitare.

Spirtul cozi se captează de asemenea sub formă lichidă de pe talerele primului segment de deasupra celui pe care se face alimentarea cu spirt brut, apoi trece prin conducta *15* în compartimentul de răcire al răcitorului *17* la felinarul de control *19*.

Uleiul de fuzel se captează de asemenea în fază lichidă de pe talerele *3*, *5*, *7* și *9* din partea inferioară a coloanei, din zona în care concentrația spirtului este de 47,5—48,5%. Prin conducta *16* trece în compartimentul de răcire pentru uleiul de fuzel din răcitorul *17*. De aici, prin felinarul de control *18* ajunge la separatorul de ulei de fuzel *21*, iar din acesta din urmă în rezervorul de depozitare. Cantitatea de ulei de fuzel care se separă este de 0,15—0,30% față de cantitatea de spirt brut prelucrată.

Ca și la instalațiile cu funcționare periodică, și la aceste instalații trebuie să se respecte cu cea mai mare strictețe debitele de alimentare cu spirt brut, apă de răcire, abur debitele de scurgere a spirtului rafinat, frunți și cozi, precum și presiunile prescrise.

De obicei, acestea sînt afișate în dreptul fiecărui aparat și sînt ușor de urmărit prin aparatele de măsură și control cu care este înzestrată instalația de rafinare.

D. TRATAREA CHIMICĂ A SPIRTULUI BRUT

Prin tratarea chimică se urmărește transformarea unor impurități din spirtul brut în alți compuși, prin aceasta realizîndu-se o ușurare a procesului de rafinare, scopul final fiind îmbunătățirea calității spirtului rafinat.

Impuritățile asupra cărora se acționează sînt: acizii volatili, esterii, aldehidele și alte combinații nesaturate.

Substanțele chimice folosite la tratarea chimică sînt hidroxidul de sodiu și permanganatul de potasiu.

Hidroxidul de sodiu neutralizează acizii volatili, trecîndu-i în săruri de sodiu fixe, și saponifică esterii. Astfel, spre exemplu, acidul acetic este transformat în acetat de sodiu, conform reacției următoare:

$$CH_3—COOH + NaOH \rightarrow CH_3—COONa + H_2O$$

iar esterul acetic în acid acetic și alcool etilic potrivit reacției:

$$CH_3—COO—CH_2—CH_3 + H_2O \rightarrow CH_3—CH_2OH + CH_3—COOH$$

În continuare, acidul acetic rezultat și din saponificarea esterului acetic este neutralizat, adică transformat în acetat de sodiu, care este o sare stabilă.

Permanganatul de potasiu ($KMnO_4$) oxidează aldehida acetică și alte combinații nesaturate.

Cantitățile necesare de hidroxid de sodiu și de permanganat de potasiu trebuie să fie stabilite cu exactitate de către laboratorul fabricii, deoarece adăugarea în exces a acestor substanțe poate avea un efect contrar, adică o înrăutățire a calității spirtului rafinat. Astfel, excesul de hidroxid de sodiu favorizează oxidarea alcoolului etilic în aldehide de către permanganatul de potasiu.

Scanned with OKEN Scanner

Din practica fabricilor de spirt se cunoaşte că pentru tratarea chimică a unui hectolitru de spirt brut sînt necesare 15—30 g NaOH şi 5—15 g $KMnO_4$; practic se procedează astfel: prin analiza de laborator se stabilesc cantităţile necesare de NaOH şi $KMnO_4$ şi se prepară apoi soluţiile respective.

Într-un vas de cupru cositorit se face o soluţie $KMnO_4$ de 1%. Această soluţie se introduce încet şi continuu în spirtul brut. După ce a dispărut coloraţia roză a spirtului brut, se introduce cu precauţie şi soluţia de 1—3% NaOH care se prepară anterior.

După două ore de la introducerea soluţiei de NaOH, spirtul brut poate fi introdus în blaza de rafinare.

E. PIERDERILE DE ALCOOL ÎN TIMPUL RAFINĂRII

În timpul rafinării spirtului brut, inerent se produc pierderi de alcool. Aceste pierderi sînt normate pînă la maximum 1,4% faţă de cantitatea de alcool din spirtul brut supus rafinării. Pierderile pînă la această limită sînt pierderi admisibile şi se produc datorită evaporărilor şi antrenării vaporilor alcoolici de către aerul sau bioxidul de carbon care părăseşte colcana prin ţeava de aerisire montată pe conducta care face legătura între condensator şi felinarul de control.

Pierderile peste limita de 1,4% sînt anormale şi ele apar ca urmare a unei defecţiuni, în unele situaţii putînd să atingă proporţii foarte mari.

Cauzele care duc la pierderi de alcool peste limita normală, sînt următoarele: pierderi de vapori alcoolici datorită uzurii (îmbătrînirii) garniturilor dintre segmenţii colcanei de rafinare, pierderi de vapori alcoolici sau de spirt pe la flanşele deflegmatoarelor şi a condensatoarelor, perforarea conductei de abur indirect din blază, defectarea robinetului de golire a blazei şi a robinetelor sticlei de nivel etc.

De asemenea, se mai pot produce pierderi prin revărsarea spirtului din felinarul de control sau din aparatul de control, cînd debitul de spirt care iese din condensator întrece capacitatea acestora, precum şi prin apele de luter, cînd acestea sînt evacuate la canal cu conţinut de alcool.

Evitarea pierderilor anormale, sesizarea din timp a apariţiei lor şi remedierea imediată a defecţiunilor trebuie să constituie o preocupare permanentă într-o fabrică de spirt.

F. CALITATEA SPIRTULUI RAFINAT

Alături de randament, calitatea spirtului rafinat este un indicator care caracterizează preocuparea, într-o fabrică de spirt, pentru respectarea tehnologiei de fabricaţie.

În ţara noastră, calitatea spirtului este reglementată prin standard. Principalii factori de calitate care se urmăresc de către laboratorul fabricii atît la şarjele de spirt produse cît şi la cantităţile livrate sînt aldehidele, aciditatea, esterii, alcoolii superiori, alcoolul metilic şi furfurolul, care nu

trebuie să depăşească o anumită limită, precum şi concentraţia alcoolică minimă.

În tabela 17 se prezintă indicatorii de calitate prevăzuţi de standardele de stat, precum şi cei care se realizează în diferite tipuri de instalaţii de rafinare. După cum rezultă din această tabelă, în instalaţiile de rafinare cu funcţionare continuă se realizează un spirt superior din punct de vedere calitativ celui obţinut în instalaţii cu funcţionare periodică.

Tabela 17

Indici calitativi ai spirtului rafinat, obţinut cu instalaţii de rafinare periodică şi continuă

Indici de calitate	U/M	Instalaţii cu funcţionare periodică	Instalaţii cu funcţionare continuă
Aldehide	g/100 ml alcool anhidru	0.002	0.001—0.0015
Acitate	g/100 ml alcool anhidru	0.003	0.002—0.0025
Alcooli superiori	g/100 ml alcool anhidru	0.004	0.001—0.002

Spirtul de calitate superioară este utilizat cu prioritate în industria farmaceutică şi în cosmetică.

G. NORME DE PROTECŢIE A MUNCII LA DISTILARE ŞI RAFINARE

— Pentru o mai uşoară deservire a anexelor coloanei de distilare şi rafinare (felinare, aparate de control, ventile de apă, abur etc.), acestea trebuie să fie pe cît posibil grupate.

— Toate conductele de abur trebuie să fie izolate termic pentru prevenirea accidentelor.

— Curăţirea coloanei de distilare sau rafinare, este permisă numai după oprirea şi răcirea acesteia. Este interzisă repararea coloanelor de distilare sau a anexelor în timpul funcţionării.

— Coloanele de distilare şi rafinare trebuie să fie prevăzute cu manometre pentru indicarea presiunii interioare.

— În sala de distilare-rafinare nu este permis fumatul, folosirea focurilor deschise (chibrituri, sudură, lămpi cu flacără deschisă etc.).

Se pot utiliza numai lanterne cu baterii de 4—5 V. Motoarele electrice care acţionează pompele se montează în exteriorul încăperii.

— Încăperea trebuie să fie prevăzută cu instalaţie corespunzătoare de ventilaţie pentru eliminarea căldurii radiate de aparate şi a vaporilor de alcool.

— Platformele şi scările — ca în orice altă încăpere de producţie — trebuie să fie prevăzute cu mînă curentă (balustradă).

— După spălare, scările şi treptele nu se ung cu ulei, care poate provoca alunecarea.

— Sala trebuie să fie prevăzută cu o instalaţie de iluminare electrică independentă de 12 V, pentru cazurile de întrerupere a curentului electric.

Scanned with OKEN Scanner

APLICAȚII

1. În blaza unui aparat de rafinare cu funcționare periodică se introduc 8 000 l spirt de 81% concentrație alcoolică (81 grade alcoolice) la temperatura de 15°C.
Să se determine cantitatea de alcool introdusă în blază, exprimată în grade alcoolice, grade decalitri și litri alcool absolut.

R : 648 000 grade alcoolice
64 800 grade decalitri
6 480 litri alcool absolut

2. Într-un rezervor de alimentare a unei coloane de rafinare cu funcționare continuă s-au introdus 105 000 grade decalitri spirt brut. Să se determine volumul în litri al spirtului brut introdus în rezervor, știind că acesta a avut 78,5 grade alcoolice și temperatura de 15°C.

R : 13 375,79 l spirt brut de 78,5° alcoolice.

3. În timpul rafinării se produc pierderi de alcool care nu trebuie să depășească 1,4% din cantitatea de alcool supusă prelucrării.
Să se determine cantitatea de alcool în litri alcool absolut pierdută la rafinarea a 6 500 l spirt brut care a avut concentrația alcoolică de 80,2% la temperatura de 15°C, știind că pierderea a reprezentat 1,2%.

R : 63,96 l alcool absolut.

4. Din cantitatea de 238 500 grade dal rămasă după scăderea pierderilor de 1,4% spirt brut și care a fost supusă rafinării s-au obținut 6% spirt frunți, 90,5% spirt rafinat și 3,5% spirt cozi.
Să se determine volumul în litri alcool absolut la 15°C a spirtului frunți, spirtului rafinat și spirtului cozi.

R : 1 431 l spirt frunți (alcool absolut);
21 584,25 l spirt rafinat (alcool absolut);
834,75 l spirt cozi (alcool absolut).

5. Prin rafinarea unei cantități de 200 000 grade dal spirt brut, au rezultat 11 832 grade dal spirt frunți, 177 966 grade dal spirt rafinat și 6 020 grade dal spirt cozi.
Să se calculeze cîți litri de: spirt frunți de 95,5 grade alcoolice, spirt rafinat de 96,2 grade alcoolice și spirt cozi de 94,2 grade alcoolice, au rezultat la temperatura de 15°C.

R : 1 238,95 l spirt frunți de 95,5 grade alcoolice la 15°C;
18 499,58 l spirt rafinat de 96,2 grade alcoolice la 15°C;
639,06 l spirt cozi de 94,2 grade alcoolice la 15°C.

FABRICAREA SPIRTULUI DIN MELASĂ

Capitolul XXVIII

SCHEMA TEHNOLOGICĂ A FABRICĂRII SPIRTULUI DIN MELASĂ

Fabricarea spirtului din melasă se desfășoară potrivit schemei tehnologice prezentate în figura 171. Aceasta este schema procesului tehnologic clasic, aplicată de către majoritatea întreprinderilor de spirt care prelucrează melasă.

Principalele faze ale procesului tehnologic, în ordinea desfășurării lor, sînt următoarele:

1. RECEPȚIA ȘI DEPOZITAREA MELASEI

Deși nu este o fază propriu-zisă a procesului tehnologic, prezintă o importanță deosebită, deoarece bunul mers al fabricației este influențat în mare măsură de modul în care se desfășoară recepția și depozitarea melasei într-o fabrică de spirt.

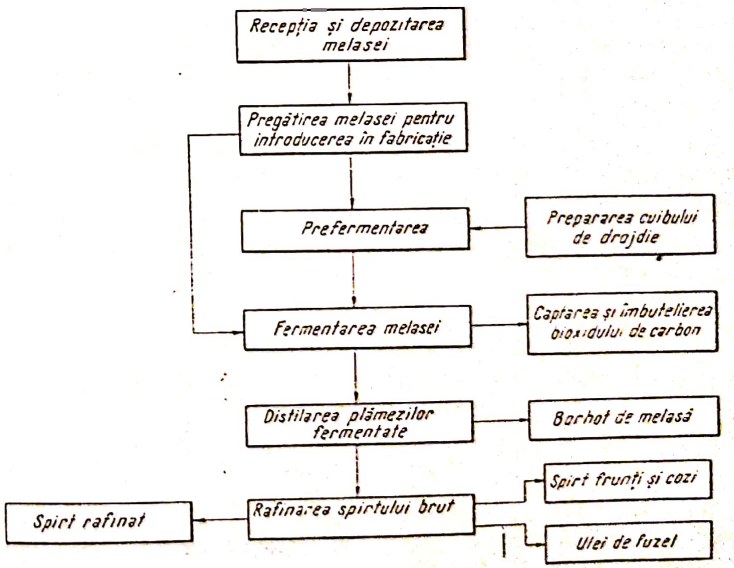


Fig. 171. Schema tehnologică a fabricării spirtului din melasă.

Scanned with OKEN Scanner

Fără a diminua importanța recepției cantitative, precum și a gospodăririi corespunzătoare a melasei, din punctul de vedere al procesului tehnologic interesează în egală măsură calitatea melasei folosite.

La recepție, melasa este supusă unor analize fizico-chimice pentru determinarea calității. Cunoscînd caracteristicile melasei, aceasta poate fi dirijată după caz în rezervorul de depozitare care conține melasă de aceeași calitate, la fabricație, sau se depozitează separat, pentru a fi tratată în vederea înlăturării unor defecte care ar dăuna procesului tehnologic.

Modul de depozitare poate influența calitatea melasei. O melasă depozitată în rezervoare necurățate și în care pătrund apele din precipitațiile atmosferice este adesea infectată de microorganisme care produc uneori asemenea transformări, încît, la prelucrare, randamentul în spirt poate să scadă sub 50% față de cel normal.

2. PREGĂTIREA MELASEI PENTRU INTRODUCEREA ÎN FABRICAȚIE

Înainte de introducerea în fabricație, melasa trebuie să fie supusă unor operații care sînt necesare desfășurării în bune condiții a transformării zahărului în alcool și bioxid de carbon, cu ajutorul drojdiilor.

Operațiile de pregătire constau în: diluarea, neutralizarea, acidularea, adăugarea sărurilor nutritive și limpezirea melasei.

3. PREFERMENTAREA

Este faza procesului tehnologic în care are loc multiplicarea drojdiei în cantitatea necesară care să asigure fermentarea plămezilor de melasă. Prefermentarea este ultima fază de multiplicare masivă a drojdiilor de cultură (cuibul de drojdie) care se prepară în vase speciale.

4. FERMENTAREA PLĂMEZILOR DE MELASĂ

În această fază a procesului tehnologic are loc transformarea de către drojdii a zahărului din plămezile de melasă în alcool și bioxid de carbon.

Distilarea și rafinarea se efectuează în condițiile arătate la fabricarea spirtului din materii prime amidonoase.

Capitolul XXIX

MELASA, MATERIE PRIMĂ PENTRU FABRICAREA SPIRTULUI

Pînă la începutul secolului al XX-lea, industria spirtului folosea ca materie primă cerealele. Cel mai mult se prelucra orzul (ca atare sau sub formă de slad), apoi porumbul, secara, ovăzul, meiul și cartofii.

Fiind o materie primă scumpă, foarte valoroasă pentru alimentația oamenilor, și în același timp furajul de bază pentru creșterea animalelor, cerealele

au început să fie înlocuite treptat cu melasă, care în prezent constituie principala materie primă pentru producerea spirtului.

A. PROVENIENȚA MELASEI

Melasa este un subprodus care rezultă de la fabricarea zahărului din sfeclă-de-zahăr sau trestie-de-zahăr.

Sfecla-de-zahăr (*Beta vulgaris-saccharifera*) este o plantă bienală (cu un ciclu de dezvoltare de 2 ani). S-a cultivat încă din antichitate pentru frunze. Numai din secolul al XVIII-lea s-a descoperit utilitatea ei pentru extragerea zahărului din rădăcini. Pentru cultura sfeclei sînt preferate terenurile lutoase bogate în humus și în elemente fertilizante.

În țara noastră, bazinele principale de cultură a sfeclei-de-zahăr sînt: în Banat, Oltenia, nordul Moldovei, Podișul Transilvaniei și în estul Cîmpiei Dunării.

Sfecla-de-zahăr conține 14—22% zahăr. Pe lîngă zaharoză, sfecla acumulează din sol și alte substanțe minerale și organice în procent apreciabil, fapt care duce la o secătuire a terenurilor arabile în substanțe minerale.

Din acest motiv, cît și pentru mărirea producției la hectar se administrează solului îngrășăminte chimice.

Substanțele minerale și organice, îndeosebi sărurile de potasiu și sodiu care se găsesc în sucul celular al sfeclei, sînt cele care în procesul de fabricare a zahărului constituie cauza nerecuperării integrale a zaharozei, deoarece împiedică în parte cristalizarea acesteia.

În procesul de fabricare a zahărului, zaharoza se extrage din sfecla tăiată sub formă de tăiței, prin difuzie cu ajutorul apei calde. Apoi, substanțele minerale și organice se precipită prin adăugare de lapte de var și prin saturare cu bioxid de carbon. Precipitatul se separă prin filtrare, iar siropul de zahăr astfel purificat se concentrează pînă la punctul critic la care începe cristalizarea.

Cristalizarea zahărului are loc în două sau trei etape. Zaharoza, care în ultima fază nu a mai cristalizat, împreună cu sărurile de potasiu și sodiu rămase și care nu s-au putut elimina în procesul de fabricație formează melasa. Cantitatea de melasă care rezultă din fabricație este variabilă, în raport cu calitatea sfeclei supuse prelucrării și cu procesul tehnologic aplicat, fiind cuprinsă între limitele 4—4,8% față de greutatea sfeclei prelucrate.

B. PROPRIETĂȚILE FIZICE ȘI CHIMICE ALE MELASEI REZULTATE DE LA PRELUCRAREA SFECLEI-DE-ZAHĂR

1. PROPRIETĂȚI FIZICE

Din punct de vedere fizic, melasa se prezintă ca un lichid vîscos, avînd o culoare brună-neagră. Melasele de calitate normală au un miros plăcut de cafea proaspăt prăjită și un gust dulce-amărui. Greutatea specifică (densitatea) este de 1,3—1,45 (în raport cu densitatea apei).

Greutatea melasei se exprimă în *grade zaharometrice Balling* (Bllg) sau Brix (Bx). *Un grad zaharometric* reprezintă 1 g de substanță uscată dizolvată în 100 g soluție.

Melasa are concentrația cuprinsă între 75—80°Bx, adică în 100 părți melasă se găsesc 75—80 părți substanță uscată și 20—25 părți apă.

2. PROPRIETĂȚI CHIMICE

Din punctul de vedere al compoziției chimice, melasa este o soluție concentrată de zaharuri și diferite substanțe organice și minerale.

Compoziția chimică a melasei este variabilă în raport cu: soiul de sfeclă cultivată, factorii meteorologici și climatici; natura solului de cultură, cantitatea de îngrășăminte chimice administrate; condițiile de păstrare a sfeclei; schema tehnologică aplicată la fabricarea zahărului și condițiile de păstrare ale melasei.

Principalii componenți, caracteristicile melasei, precum și proporția acestora sînt prezentate în tabela 18.

Din datele prezentate în tabela 18 rezultă că principalul component al melasei este zaharoza, care reprezintă 42—52% (în medie 50%) din greutatea melasei ca atare. Restul de 50% este constituit din 20% apă și 30% substanțe organice și minerale, cunoscute sub denumirea de *nezahăr*.

Tabela 18

Caracteristicile fizico-chimice ale melasei

Componentul	% din greutatea melasei	
	melase normale	melase defecte
Zahăr (polarizabil), %	48—52	40—45
Brix la 20°C, min. %	75—80	65—74
Apă, %	18—20	25—28
Greutatea specifică	1,3—1,4	1,1—1,2
Zahăr invertit, %	0,25—1	peste 1
*p*H	7—7,5	6—7
Acizi volatili, %	0,3—1,2	peste 1,2
Bioxid de sulf, %	0,01—0,08	peste 0,08
Azot total, %	1,4—1,9	peste 1,4
Cenușă, %	8—12	peste 12

Deosebit de zaharoză, în melasă se găsește și trizaharidul format din monozaharidele glucoză, levuloză și galactoză, numit rafinoză. Acest trizaharid nu prezintă importanță, deoarece nefiind fermentat de către drojdie, nu contribuie la formare de alcool. Din această cauză este considerat în categoria substanțelor care formează nezaharul melasei.

Melasa mai conține între 0,3—3% zahăr invertit, care este un amestec în părți egale de glucoză și levuloză. Zahărul invertit care este fermentescibil rezultă din acțiunea microorganismelor asupra zaharozei, pe care o scindează într-o moleculă de glucoză și una de levuloză cu ajutorul unei enzime numită invertază. În general, conținutul de zahăr invertit este proporțional cu gradul de infectare a melasei.

C. TRANSPORTUL, RECEPȚIONAREA ȘI DEPOZITAREA MELASEI

1. TRANSPORTUL MELASEI

Transportul melasei, de la întreprinderile de zahăr la întreprinderile de spirt și drojdie, se efectuează în exclusivitate pe cale ferată. Pentru transport se folosesc cisterne cu capacitatea de 15—45 t, destinate special pentru melasă.

În unele situații se impune și folosirea cisternelor care au fost întrebuințate pentru transportul altor produse (păcură, produse petroliere, diferite substanțe chimice). Înainte de folosire, aceste cisterne trebuie să fie bine spălate și aburite, pentru a îndepărta resturile de produs care ar putea transmite prin melasă, mirosul specific, în produsul finit sau ar putea să fie chiar toxice pentru drojdii.

Cisternele cu melasă sînt transportate pe cale ferată pînă în incinta fabricilor care au linie de garaj, sau, în cazul cînd nu există aceasta, pînă la cea mai apropiată stație de cale ferată, la care melasa se descarcă într-un rezervor de depozitare, de unde este apoi transportată cu autocisterne la fabrică.

2. RECEPȚIONAREA MELASEI

La intrarea în fabrică, melasa se recepționează cantitativ și calitativ.

Recepția cantitativă constă în verificarea greutății melasei înscrise în actul de transport de către întreprinderea de zahăr furnizoare. Înainte de descărcare, cisternele se cîntăresc pe cîntarul fabricii sau a stației de cale ferată, pentru stabilirea greutății brute. După descărcarea melasei, cisterna se cîntărește pentru verificarea greutății proprii.

Diferența dintre greutatea brută (greutatea proprie a cisternei și a melasei) și greutatea proprie a cisternei reprezintă greutatea netă a melasei.

Un alt aspect al recepției cantitative este și cel al conținutului de zahăr al melasei.

La descrierea proprietăților fizico-chimice s-a arătat că procentul de zahăr din melasă este cuprins între 42—52%. Prin urmare, în aceeași cantitate de melasă se poate găsi o cantitate mai mare sau mai mică de zahăr.

Pentru reglementarea modului de plată a melasei s-a stabilit un nivel de referință a conținutului de zahăr. Astfel, prețul unei tone de melasă este fixat pentru un conținut de referință de 50% zaharoză.

În fabricile de spirt, conținutul de zahăr al melasei se stabilește pe cale polarimetrică.

Recepția calitativă. În general, rolul hotărîtor în buna desfășurare a procesului tehnologic îl are calitatea melasei. Dacă recepția melasei nu se efectuează cu maximum de atenție și exigență, aceasta poate avea urmări economice nefavorabile, deoarece melasele infectate dau un randament scăzut în alcool și, în cazul introducerii lor peste melasele corespunzătoare, le depreciază și pe acestea din punct de vedere calitativ.

Prin recepția calitativă se urmărește asigurarea aprovizionării fabricii cu melasă de bună calitate. Principalele analize la care este supusă melasa la recepție sînt următoarele: aspect, miros, consistență, culoare, reacția melasei (acidă sau alcalină) sau *p*H-ul, conținutul de substanță uscată, den-

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

sitatea, conținutul de zaharoză, substanțele de origine petrolieră, aciditate volatilă și periodic analiza bacteriologică, precum și a conținutului de azot total. Facultativ, la întreprinderile care dispun de instalația de laborator necesară, se determină azotul asimilabil din melasă. Deosebit de acestea se mai efectuează calculul indicelui de puritate și se determină și zahărul invertit.

Reacția melasei este o primă indicație asupra calității. Melasele normale au reacție alcalină (*p*H 7—8), pe cînd cele infectate au reacție acidă (*p*H 6—7).

Pentru determinarea reacției se iau 20 g melasă, care se diluează cu 100 ml apă caldă și se omogenizează. Cu ajutorul unei hîrtii de turnesol se stabilește reacția melasei. Dacă hîrtia de turnesol pe care se pune o picătură de soluție de melasă se albăstrește, este o indicație că melasa este alcalină.

Cînd hîrtia de turnesol se înroșește, rezultă că melasa este acidă.

*p*H-*ul melasei*. Se determină la soluția de melasă preparată ca mai sus, cu ajutorul hîrtiei indicatoare specială. *p*H-ul se definește prin logaritmul cu semn schimbat al concentrației ionilor de hidrogen. Hîrtia *p*H se îmbibă în soluția de melasă. Astfel, hîrtia *p*H capătă o coloratie care se compară cu gama de culori etalon. *p*H-ul soluției analizate corespunde *p*H-ului înscris în dreptul culorii corespondente de pe scala etalon.

Conținutul de substanță uscată se stabilește cu ajutorul areometrelor Brix (Bx) sau Balling (Bllg), care sînt gradate pentru concentrații mari, sau cu ajutorul refractometrului. La melasele normale, concentrația trebuie să fie cuprinsă între 75 și 80° Balling. Melasele necorespunzătoare (infectate, diluate) au o concentrație sub 70°Bllg.

Densitatea se determină după metodele cunoscute. Trebuie să fie cuprinse între 1,3—1,4.

Conținutul în zaharoză al melasei se determină pe cale polarimetrică, așa cum s-a arătat la recepția calitativă, sau pe cale chimică. Melasele corespunzătoare din punct de vedere calitativ trebuie să conțină 45—52% zahăr. Cele care au un conținut de zahăr sub limita inferioară sînt în general infectate, mai ales cînd sînt însoțite și de o reacție acidă.

Substanțele de origine petrolieră sînt în general constatate prin analiză organoleptică (miros).

Azotul total se determină prin metoda Kjeldhal, *aciditatea volatilă* prin antrenarea acizilor volatili cu vapori și prin titrarea lor cu soluție de NaOH N/10, iar *numărul de microorganisme* infectante, prin efectuarea unei culturi pe mediu solid (agar-agar). Aceste analize și altele care mai sînt necesare (determinarea bioxidului de sulf, a coloizilor, a cenușii, a substanțelor colorante și a puterii de spumare) necesită un volum foarte mare de lucru. Din această cauză, la recepția melasei, se efectuează analizele minime obligatorii pe baza cărora se poate aprecia calitatea melasei.

Acestea sînt: conținutul în substanță uscată (gradul Bllg), *p*H-ul, densitatea, conținutul în zahăr. Restul analizelor se efectuează după descărcarea cisternei.

3. DEPOZITAREA MELASEI

Melasa se depozitează în rezervoare metalice de capacitate cuprinsă între 500—2 000 t.

În figura 172 este redată schema unei instalații de descărcare și depozitare a melasei.

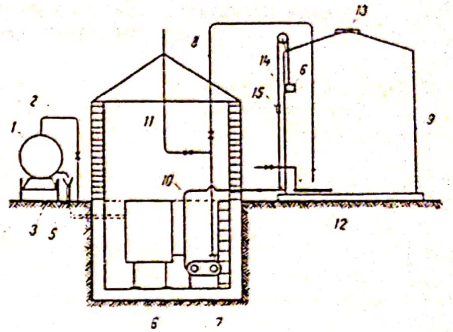


Fig. 172. Schema instalației de descărcare și depozitare a melasei.

Melasa din cisterna *1* este încălzită cu abur direct prin conducta de abur *2*. Cînd melasa a devenit suficient de fluidă, se deschide canaua de pe racordul de golire *3*. Prin conducta *5*, melasa ajunge în rezervorul de descărcare *6*, care este amplasat sub nivelul solului.

Pompa *7*, care poate fi cu roți dințate sau cu piston, absoarbe melasa din rezervorul *6* și, prin conducta *8*, o refulează pe la partea superioară, în rezervorul de depozitare *9*. Melasa este scoasă din rezervorul de depozitare prin conducta *10* și, cu aceeași pompă *7*, este recirculată, sau prin racordul *11* este pompată în rezervorul din fabrică.

În timp de iarnă, cînd vîscozitatea melasei este mare, pentru a ușura scurgerea acesteia din rezervorul de depozitare se încălzește cu abur indirect, prin serpentina *12*, montată în dreptul orificiului de golire.

Rezervorul de descărcare are capacitatea de 35—40 m³, pentru a asigura golirea completă a două cisterne de melasă (circa 50 t).

La începutul campaniei, înainte de introducerea melasei, rezervorul trebuie să fie spălat și dezinfectat.

În tot timpul depozitării melasei, capacul *13* de la partea superioară a rezervorului trebuie să fie închis, pentru a nu permite pătrunderea apei din precipitații în melasă.

Pentru măsurarea volumului de melasă, rezervorul de depozitare este prevăzut cu o riglă gradată *14*, montată vertical în exterior. Pe aceasta glisează un cursor indicator *15*, care este pus în legătură, printr-un cablu multifilar, cu plutitorul *16*.

Rigla gradată este marcată în centimetri, începînd de la partea superioaă spre baza rezervorului. Cînd rezervorul de depozitare este plin, cursorul *15* se găsește îa baza rezervorului.

Din jumătate în jumătate de metru, pe toată înălțimea, rezervorul de depozitare este prevăzut cu robinete pentru luarea probelor de melasă.

4. PIERDERI ÎN TIMPUL DEPOZITĂRII MELASEI

În timpul depozitării, în masa de melasă pot avea loc fenomene de degradare, datorită unor procese chimice și biochimice.

Intensitatea cu care se produc aceste procese depinde, pe de o parte, de gradul de infectare microbiană și de compoziția chimică a melasei iar, pe de altă parte, de condițiile de depozitare.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul depozitării îndelungate a melasei, datorită proceselor biochimice care au loc, apar următoarele fenomene:

— scăderea concentrației melasei și a cantității de zahăr;

— creșterea acidității și a cantității de zahăr invertit.

Aceste fenomene sînt inerente, chiar și în cazul melaselor normale, care la o depozitare în condiții corespunzătoare, după o perioadă de 3 luni, pierd circa 0,5%, din masa inițială.

În cazul melaselor defecte, aceste pierderi pot avea valori mai mari. Mai ales în cazul melaselor cu un oarecare conținut de drojdii se poate pierde pînă la jumătate din zahărul inițial.

Melasele defecte nu trebuie să fie depozitate, deoarece sînt supuse unor degradări intense care duc la pierderi mari de substanță utilă (zahăr).

Sînt considerate melase defecte melasele care au o concentrație sub 74°Brix, conținut crescut de acizi volatili (peste 1,2%), conținut mare de zahăr invertit (peste 1%), *p*H sub 7 și număr mare de microorganisme infectante.

Microorganismele pătrund în melasă prin pămîntul introdus cu sfecla, în timpul fabricării zahărului, și din rezervoarele de depozitare care conțin melase intectate.

Cantitatea de microorganisme în melasă oscilează între 10 și 500 mii/g. În cazul melaselor defecte, numărul de microorganisme poate ajunge la milioane pe 1 g de melasă.

Microorganismele din melasă sînt în general bacterii, mucegaiuri și drojdii sălbatice. Cele mai dăunătoare sînt bacteriile care formează acizi, nitriți, bacteriile proteolitice și aglutinante (care produc aglomerarea celulelor de drojdie în timpul fermentației).

Depozitarea melaselor defecte, mai ales a celor cu conținut ridicat de zahăr invertit (peste 15%), cum sînt melasele din trestie-de-zahăr, poate avea uneori urmări foarte grave.

Este cunoscut fenomenul de fermentare spumoasă, care se declanșează în cazul melaselor defecte cînd temperatura lor se ridică peste 40°C. La această temperatură, reacțiile biochimice se desfășoară energic cu dezvoltarea unei cantități mari de căldură (reacție exotermă), încît melasa se carbonizează, transformîndu-se într-o masă neagră solidă. Acest fenomen, poate să apară și în cazul melaselor normale, atunci cînd sînt încălzite excesiv peste 60°C.

Ținînd seama de cele arătate mai sus, pentru prevenirea pierderilor anormale, în timpul păstrării melasei, trebuie să se respecte următoarele condiții de depozitare:

— în rezervorul de depozitare trebuie să se introducă numai melasă de calitate corespunzătoare;

— melasa trebuie să fie depozitată în rezervoare închise, curățate și dezinfectate;

— trebuie să se evite diluarea melasei cu apă provenită din precipitații (ploi, zăpadă), deoarece la o concentrație scăzută (sub 70°Bx) încep fenomene de fermentație;

— în timpul lunilor cu temperatură scăzută trebuie să se urmărească cu deosebită grijă încălzirea melasei, astfel ca temperatura în masa acesteia să nu depășească 40°C;

— laboratorul întreprinderii trebuie să efectueze săptămînal controlul temperaturii, controlul chimic și al spumării și lunar controlul microbiologic al melasei.

5. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII LA RECEPȚIONAREA ȘI DEPOZITAREA MELASEI

Pentru prevenirea accidentelor de muncă la recepționarea, depozitarea, și manipularea melasei trebuie să se respecte următoarele reguli:

— verificarea golirii cisternei în care s-a transportat melasa se face numai în timpul staționării acesteia;

— urcarea pe cisternă, pentru controlul golirii, se va face cu deosebită atenție, mai ales în perioadele ploioase și cele cu zăpezi sau îngheț, pentru a se evita alunecările;

— scara de acces pe rezervorul de melasă trebuie să fie menținută în bună stare și curată, în vederea evitării căderilor prin alunecare. De asemenea trebuie să fie prevăzută pe toată lungimea ei cu rezemătoare de spate;

— la partea superioară, pe toată circumferința, rezervorul de depozitare trebuie să fie prevăzut cu balustradă metalică de protecție;

— este interzisă intrarea în rezervorul de depozitare cînd acesta conține melasă;

— înainte de curățarea rezervorului gol se deschid gurile de vizitare ale rezervorului pentru eliminarea bioxidului de carbon, care se formează prin activitatea microorganismelor din melasă;

— spălarea și dezinfectarea rezervorului de melasă se execută de cel puțin 3 lucrători, sub directa supraveghere a șefului de echipă. Această operație nu va fi executată numai de o singură persoană.

Capitolul XXX

PREGĂTIREA MELASEI PENTRU INTRODUCEREA ÎN FABRICAȚIE

A. CONSIDERAȚII GENERALE

Pregătirea melasei, este prima fază a procesului tehnologic de fabricare a spirtului din melasă.

În această fază se execută următoarele operații: diluarea, neutralizarea, acidularea, adăugarea sărurilor nutritive și limpezirea melasei.

Diluarea melasei. Melasa ca atare este foarte vîscoasă și are un conținut ridicat de zahăr. În aceste condiții, drojdiile nu pot transforma zahărul în alcool și bioxid de carbon.

Explicația constă în faptul că, pe de o parte, ele nu pot acționa într-un mediu cu concentrație mare de zahăr, iar, pe de altă parte, din cauza vîscozității mari, melasa nu are mobilitate.

Pentru a realiza concentrația optimă de zahăr și mobilitatea corespunzătoare a plămezilor, melasa se diluează.

Diluarea se efectuează cu apă potabilă pînă la concentrația necesară (12—14°Bllg sau 30—32°Bllg).

Neutralizarea și acidularea melasei. Melasele, în mare lor majoritate, au reacție alcalină.

Scanned with OKEN Scanner

Prin neutralizarea și acidularea melaselor cu acid sulfuric se realizează următoarele:

— se asigură *p*H-ul optim activității drojdiilor;

— acidul sulfuric în exces contribuie la limpezirea melasei, determinînd depunerea suspensiilor fine;

— acidul sulfuric are rol de antiseptic, doza suportabilă de către drojdii fiind nocivă pentru alte microorganisme;

— acidul sulfuric descompune nitriții și sulfiții care sînt vătămători pentru drojdii.

Consumul de acid sulfuric, pentru acidulare, variază în funcție cu gradul de alcalinitate al melasei (între 2—7 l acid sulfuric concentrat pentru 1 t melasă).

Adăugarea sărurilor nutritive în melasă. Pentru dezvoltarea și activitatea normală a drojdiilor, în timpul fermentării, este necesar să se adauge, în melasă, soluții de săruri nutritive.

Melasa este deficitară în fosfor și azot.

Azotul și fosforul necesar se asigură prin introducerea în melasă a soluțiilor de superfosfat de calciu și de sulfat de amoniu. Necesarul de superfosfat de calciu este de circa 0,2% față de greutatea melasei, iar cel de sulfat de amoniu de circa 0,1%.

Limpezirea melasei sau clarificarea este operația prin care se realizează îndepărtarea suspensiilor fine din melasă și parțial a substanțelor coloidale.

Limpezirea se realizează în vase cu acid sulfuric la cald sau la rece cu ajutorul separatoarelor centrifugale.

Limpezirea cu separatoare centrifugale este mai eficace și mai economică. În principal, ea constă în realizarea unei productivități mult mai mari, iar spațiul de producție necesar montării separatoarelor este mult mai redus decît cel ocupat de rezervoarele de decantare spontană.

Separatoarele centrifugale sînt de diferite capacități (2—5 t melasă/h), ușor de deservit și realizează o limpezire avansată a melasei. Ele însă nu pot înlocui metoda de limpezire în mediu acid la cald, mai ales în privința melaselor defecte.

B. UTILAJELE FOLOSITE PENTRU PREGĂTIREA MELASEI ȘI MODUL DE LUCRU

În figura 173 este redată schema unei instalații pentru pregătirea melasei în mediu acid la cald. Acest tip de instalații este cel mai răspîndit în fabricile de spirt care prelucrează melasă.

Principalele părți componente ale instalației și modul de lucru sînt următoarele:

Din rezervorul de depozitare, melasa este pompată în rezervorul tampon *1*, care este montat pe palierul superior al fabricii. Din acest rezervor, melasa este trecută prin curgere liberă în rezervorul *2*, montat pe cîntarul *3*.

După cîntărire, melasa este dirijată, fie în vasele de pregătire a mediului necesar la prefermentare, fie în vasele de pregătire pentru fermentare.

Operațiile de neutralizare, acidulare, adaosul de săruri nutritive și limpezirea se execută numai pentru melasa folosită la prepararea drojdiilor în vasele *4* și *5*.

În vasele *6* și *7* se pregătește melasa pentru fermentare.

Vasul *4* este prevăzut cu un racord pentru apă și un altul pentru abur și aer. În interiorul vasului, la partea inferioară, se montează o conductă în formă de spirală, perforată, prin care se introduce abur pentru încălzirea mediului sau aer pentru omogenizarea acestuia.

Înainte de introducerea melasei cîntărite, în vasul *4* se introduce cantitatea de apă necesară diluării melasei pînă la 60°Bllg.

În momentul cînd începe curgerea melasei din vasul de cîntărire *2*, se introduce și aer în vas pentru omogenizarea mediului.

După ce se apreciază că omogenizarea este realizată, se determină concentrația mediului cu ajutorul areometrului Balling.

Operația următoare este neutralizarea și acidularea melasei. Cantitatea necesară de acid sulfuric se stabilește prin analiza melasei în laboratorul întreprinderii.

Melasa se acidulează pînă la 1—1,1 grade Delbrück. (Un grad de aciditate Delbrück reprezintă aciditatea din 20 ml soluție care se neutralizează cu 1 ml NaOH n).

Acidularea se face cu acid sulfuric, care în prealabil se diluează.

După acidulare, în mediu se introduce superfosfat de calciu în proporție de 5% față de greutatea melasei și sulfat de amoniu în proporție de 2—3%.

Atît după adăugarea acidului sulfuric cît și a sărurilor nutritive, melasa este energic barbotată cu aer, pentru a se realiza omogenizarea.

Melasa astfel pregătită în vasul *4*, este trecută în vasul *5*, unde se diluează pînă la 12°Bllg. În acest vas are loc limpezirea după o durată de 8—12 ore; după decantare, mediul este folosit la alimentarea prefermentatoarelor. Conducta de alimentare pătrunde în vasul *5* pînă la o înălțime de 15—20 cm față de nivelul inferior, pentru a nu permite sedimentelor să ajungă în vasele de prefermentare. Aceste sedimente nu se evacuează la canal, ci, de regulă, printr-o altă conductă se introduc într-un vas de fermentare cu 2—3 ore înainte de terminarea fermentării.

Melasa care este folosită pentru alimentarea linurilor de fermentare se pregătește în vasele *6* și *7*.

În vasul *6* melasa este diluată la 60—62°Bllg și apoi se trece în vasul *7*, unde se diluează pînă la 28—30°Bllg, aceasta fiind concentrația mediului de alimentare a linurilor de fermentare. Volumul vaselor de pregătire a melasei se dimensionează în raport cu capacitatea fabricii de spirt. Atît pentru prefermentare cît și pentru fermentare pot fi folosite două sau mai multe vase de pregătire care lucrează în serie, astfel ca să se asigure continuitatea în alimentarea cu melasă.

După fiecare întrebuințare, vasele de pregătire a melasei se spală și se sterilizează cu dezinfectanți și abur.

Schema de pregătire a melasei prezentată mai sus se poate simplifica în cazul prelucrării melaselor de bună calitate. O asemenea schemă constă — după capacitatea fabricii — din unul sau mai multe vase de pregătire pentru prefermentare, precum și pentru fermentare.

În același vas, în care melasa se diluează inițial la 60°Bllg și se efectuează celelalte operații de pregătire (neutralizare, acidulare, adăugarea sărurilor nutritive), se face și cea de-a doua diluție pînă la 12°Bllg sau 28—30° Bllg.

După circa 3 ore, melasa astfel pregătită este folosită pentru alimentarea vaselor de prefermentare sau a celor de fermentare.

Scanned with OKEN Scanner

C. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII

Potrivit specificului activității, pentru prevenirea accidentelor de muncă, la prepararea melasei este obligatorie respectarea următoarelor norme:

— vasele de pregătire trebuie să fie prevăzute cu platforme de deservire care să asigure deservirea comodă a ventilelor;

— în cazul defectării ventilului de acid sulfuric, acesta nu se va demonta pentru înlocuire sau reparare înainte de golirea acidului din conductă;

— demontarea ventilului de abur este permisă numai după ce se închide ventilul de pe conducta centrală de distribuție a aburului;

— conductele de abur trebuie să fie izolate termic;

— în situațiile cînd din cauza unor defecțiuni la instalația de alimentare cu acid sulfuric se impune ca acidul să fie manipulat manual, se folosește echipamentul de protecție compus din ochelari, cizme, mănuși și șorț de cauciuc.

APLICAȚII

1. Cantitatea de apă necesară diluării melasei se determină prin următoarele relații:

$$G = \frac{G_1 \times a}{b}; \quad Q = G - G_1$$

în care:

G este cantitatea de melasă diluată, în kg;
G_1 — cantitatea de melasă care trebuie diluată, în kg;
a — concentrația inițială a melasei G_1 înainte de diluare, în °Billg;
b — concentrația finală a cantității de melasă G diluată, în °Billg;
Q — cantitatea de apă necesară pentru diluare (în litri sau kilograme).

Să se determine cantitatea de apă Q în litri necesară diluării cantității (G_1) de 7 200 kg melasă de la concentrația (a) de 79°Bllg la concentrația (b) de 40°Bllg cît trebuie să aibă cantitatea de melasă G diluată.

$R: G = 14\,820$ kg melasă de 40°Bllg
$Q = 7\,020$ l apă

2. Cantitatea de acid sulfuric necesară pentru acidularea unei melase normale se determină după formula:

$$G = 2{,}5 \times Q_M$$

în care:

G este cantitatea de acid sulfuric exprimată în grame;
Q_M — cantitatea de melasă care se acidulează, în kilograme.

Să se calculeze cantitatea în kilograme și volumul de acid sulfuric cu masa specifică (ge) de 1,84, pentru acidularea a 4 200 kg melasă.

R: 10,5 kg acid sulfuric sau 5,70 l acid sulfuric.

Capitolul XXXI

PREPARAREA DROJDIILOR PENTRU FERMENTAREA MELASEI

A. CONSIDERAȚII GENERALE

Transformarea zahărului din melasă în alcool și bioxid de carbon se realizează cu ajutorul drojdiilor selecționate din specia *Saccharomyces cerevisiae* care secretă enzimele numite invertază și zimază.

Pentru ca fermentarea melasei să se desfășoare corespunzător se folosește specia de drojdie *Saccharomyces cerevisiae* care trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— să aibă o capacitate mare de fermentare, adică să conțină în cantitate suficientă invertază, care transformă zaharoza într-o moleculă de glucoză și una de levuloză, și zimază, care continuă transformarea acestor monozaharide pînă la alcool și bioxid de carbon;

— să fie viguroasă, deci cu o vitalitate foarte mare, pentru a rezista eventualelor microorganisme de infecție;

— să suporte o concentrație cît mai mare în săruri, dat fiind că melasa conține cantități mari sau chiar foarte mari de săruri.

Avîndu-se în vedere că drojdia de cultură trebuie să îndeplinească permanent aceste cerințe, este indicat ca fabricile de spirt să solicite cultura pură de drojdii selecționate, de la laboratorul de cercetări specializat, care poate garanta calitatea drojdiei în condițiile utilizării acesteia conform prescripțiilor tehnologice.

Pentru fermentarea melasei este necesar să se prepare o anumită cantitate de drojdie de însămînțare.

Aceasta se realizează prin înmulțirea în etape a drojdiilor de cultură pură, în condiții care să-și asigure menținerea însușirilor calitative și a purității microbiologice.

Etapele de preparare a drojdiilor sînt următoarele:

— prepararea cuibului de drojdie;

— prefermentarea, care este faza finală de multiplicare masivă a drojdiilor.

B. PREPARAREA CUIBULUI DE DROJDIE

1. UTILAJE PENTRU PREPARAREA CUIBULUI DE DROJDIE

Pentru a acumula cantitatea de drojdie necesară fermentării melasei, drojdia de cultură pură preparată în laborator, se multiplică în continuare, în fabrică, în vase speciale, amplasate într-o încăpere separată de restul încăperilor de fabricație.

Multiplicarea drojdiei în fabrică, pentru obținerea cuibului de drojdie, se desfășoară de obicei în două faze.

Scanned with OKEN Scanner

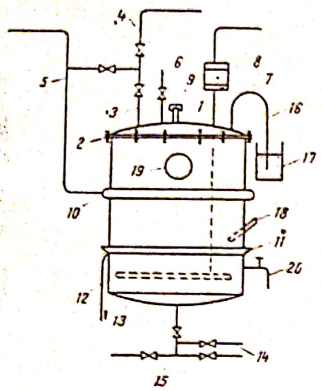


Fig. 174. Vas pentru prima fază de multiplicare a drojdiilor în fabrică.

În prima fază, drojdiile de cultură pură din laborator se multiplică în vase de capacitate mai mică, iar în a doua fază, în vase care au capacitatea de circa 10 ori mai mare decît primele.

În figura 174 este redat vasul de multiplicare a drojdiilor în prima fază. Acesta este de formă cilindrică, construit din tablă de cupru sau din tablă de oțel inoxidabil și are capacitatea de 100 l.

Capacul *1* care se prinde cu șuruburile *2* de corpul cilindric al vasului este demontabil pentru a permite curățirea și spălarea în interior.

Pe capac se află racordul *3* pentru introducerea de apă caldă din conducta *4*, sau de apă rece din conducta *5*.

Melasa diluată se introduce prin racordul *6*, iar aerul prin racordul *7*, care este prevăzut cu un tub cilindric *8* în care se introduce vată sterilizată pentru filtrarea aerului.

Cultura pură de drojdie din laborator se introduce prin racordul *9* care se închide cu un capac cu filet.

Răcirea vasului se realizează prin serpentina exterioară *10*, care este perforată, orificiile fiind orientate spre pereții vasului.

Apa de răcire este colectată de jgheabul *11* și eliminată la canal prin racordul *12*.

Aerul este distribuit în mediu din vas prin conducta perforată *13*. Aburul pentru sterilizarea vasului sau a mediului se introduce pe la baza vasului prin racordul *14*, care are legătura cu racordul *15*, prin care se golește vasul.

Bioxidul de carbon format în timpul fermentării se elimină prin conducta *16*, care pătrunde într-un vas cu apă *17*.

Temperatura din interiorul vasului se urmărește cu un termometru introdus în tubul *18*, care pătrunde în interiorul vasului. În acest tub se introduce, de obicei, ulei mineral prin care se transmite temperatura la termometru.

Nivelul lichidului din vas se urmărește prin vizorul *19*.

Probele de mediu nutritiv sau de drojdii se scot din vas prin robinetul *20*.

În raport de capacitatea fabricii de spirt, vasele din prima fază de multiplicare pot fi în număr de două sau trei.

Folosirea unui număr de trei vase este preferabilă, deoarece în cazul în care unul din vase, din anumite motive, este scos din funcțiune, multiplicarea drojdiei se poate realiza în celelalte două vase.

În figura 175 este redat vasul folosit pentru a doua fază de multiplicare a drojdiilor în fabrică. Acesta este dotat cu racordul *1* pentru introducerea drojdiilor provenite din faza întîi de multiplicare, racordul *2* pentru apă rece, serpentinele *3* pentru răcirea interioară a vasului, racordul de apă caldă *4*, racordul de alimentare cu melasă *5*, racordul *6* prevăzut cu filtrul

de aer *7*, prin care aerul se introduce în serpentina perforată *8*, amplasată la 6—7 cm deasupra fundului vasului.

Pe capacul vasului mai este montată supapa de vid *9*, gura de vizitare *10* și conducta *11* de evacuare a bioxidului de carbon care pătrunde în vasul cu apă *12*.

Spre partea de sus a vasului se găsește vizorul *13*, iar în jumătatea inferioară tubul *14* pentru introducerea termometrului, robinetul *15* pentru luarea probelor, gura de vizitare *16*, racordul *17* pentru evacuarea apei de răcire din serpentina *3*, racordul *18* pentru introducerea aburului în vas și racordul *19* pentru golirea vasului.

Numărul vaselor de multiplicare a drojdiilor în a doua fază trebuie să fie identic cu cel al vaselor din prima fază.

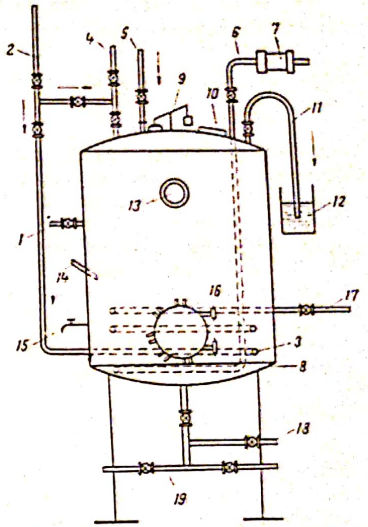


Fig. 175. Vas pentru a doua fază de multiplicare a drojdiilor în fabrică.

2. PROCESUL TEHNOLOGIC DE PREPARARE A CUIBULUI DE DROJDIE

În figura 176 este redată schema instalației de preparare a cuibului de drojdie. Schema este compusă din vasele *1*, în număr de trei, folosite pentru multiplicarea drojdiilor de cultură în prima fază, și vasele *2*, trei la număr, în care se prepară cuibul de drojdie propriu-zis.

Vasele *1*, pentru multiplicarea drojdiei în prima fază, sînt utilizate la începutul campaniei, cînd se introduce în fabrică cultura de laborator. De asemenea, ele sînt utilizate cînd, din cauza slăbirii sau infectării drojdiei din fabrică, este necesar să se reia fabricația cu o nouă cultură pură de drojdie, preparată în laborator.

În mod normal, la începerea campaniei, după ce s-a recoltat prima multiplicare a drojdiilor în fabrică, vasele *1* sînt scoase din funcțiune.

În perioada desfășurării campaniei, cuibul de drojdie se prepară numai în vasele *2*.

Modul de lucru la începerea fabricației și în timpul campaniei este următorul:

Multiplicarea drojdiei în vasele mici de cultură. La începerea fabricației, înainte de pregătirea mediului de cultură, vasele mici și conductele de legătură între acestea, precum și vasele mari, sînt curățate, spălate și sterilizate. Sterilizarea este mixtă și se realizează cu ajutorul unei soluții de formalină și cu abur.

În acest scop, după curățire și spălare, pereții vasului se stropesc cu 1,5—2 l soluție de formalină cu concentrația de 4—5%. Se închide apoi capacul care se prinde în șuruburi și se introduce abur pe la baza vasului sau în conducta de aer perforată din interior, cînd conducta de abur este racordată la aceasta.

Durata de introducere a aburului trebuie să fie de minimum 30 min. Pentru activitatea practică, acest fapt prezintă o importanță deosebită,

deoarece în interiorul vaselor şi mai ales al celor mari, foarte rar se atinge temperatura de peste 100°C, la care se realizează sterilizarea propriu-zisă.

După sterilizare, cînd temperatura în interiorul vasului a atins 45...50°C, în acesta se introduc circa 50 l melasă cu o concentraţie de 16—17°Bllg, 0,6—0,7 l extract de superfosfat de calciu, 25—30 g sulfat de amoniu, acid sulfuric pînă la un *p*H 4,4—4,6 şi 30—40 ml de acizi graşi pentru combaterea spumei.

Acest amestec nutritiv se pasteurizează la temperatura de 90...94°C, timp de 30—45 min, cu abur direct, după care se răceşte cu ajutorul serpentinei exterioare de răcire şi prin barbotarea cu aer.

Cînd temperatura mediului nutritiv atinge 29...30°C, se întrerupe răcirea şi se procedează la însămînţarea lui cu cultură pură de drojdie, preparată în laborator.

Aceasta este o operaţie deosebit de importantă care trebuie să fie executată cu foarte mare atenţie, pentru a se evita infectarea culturii de drojdie. Înainte de introducerea culturii de drojdie în vas, se deşurubează capacul racordului de însămînţare. Racordul şi capacul se dezinfectează cu alcool de 70—80%.

Atît în momentul dezinfectării racordului cît şi în timpul introducerii culturii de drojdie din baloane în vas — care se execută cu ajutorul unei pîlnii sterilizate — se deschide puţin robinetul de pe conducta de aer. Astfel se creează prin racord un curent de aer din interiorul vasului spre exterior, împiedecîndu-se astfel pătrunderea microorganismelor în mediul de cultură sterilizat.

Cultura de drojdie din baloane este trecută în vas, după aceleaşi reguli aplicate şi în laboratorul de microbiologie.

După introducerea culturii se înşurubează capacul racordului de însămînţare şi se deschide mai mult ventilul de pe conducta de aer. Aerul provine de la un compresor. Înainte de a pătrunde în vas, trece prin filtrul de aer, umplut cu vată sterilizată (de obicei îmbibată în spirt).

Debitul de aer introdus în vas într-un minut trebuie să fie de trei ori mai mare decît volumul mediului de cultură (3 l aer pentru 1 l mediu).

Rolul aerului este de a stimula multiplicarea drojdiei prin oxigenul pe care-l conţine.

După executarea operaţiilor de pînă acum, parametrii mediului nutritiv la începutul fermentării au aproximativ următoarele valori:

— concentraţia ..... 14—15°Bllg
— aciditatea ..... 1,1—1,3°Dlb
— temperatura ..... 28...30°C

Fermentarea mediului de cultură care are loc concomitent cu multiplicarea drojdiei durează circa 12 ore. În acest timp, cel puţin o dată la 4 ore, se controlează concentraţia, aciditatea şi temperatura plămezii, rezultatele fiind înscrise, de către lucrător, în registrul de fabricaţie.

De asemenea, la aceleaşi intervale, se efectuează şi examenul microscopic al mediului. La o desfăşurare normală a fermentaţiei, după 6—7 ore, celulele de drojdie trebuie să fie în majoritate înmugurite, iar mediul de cultură să fie lipsit de infecţii.

După 12 ore de fermentare, concentraţia mediului scade la 6—7°Bllg datorită transformării zahărului în alcool şi bioxid de carbon, iar aciditatea creşte cu maximum 0,2°Dlb (de la 1,1—1,2 la 1,3—1,4°Dlb).

În acest moment, cultura de drojdie se împarte în părţi egale în celelalte două vase mici în care, după curăţire şi sterilizare, s-a preparat mediul nutritiv, după cum a fost arătat anterior.

Trecerea culturii de drojdie din primul vas, în care s-a multiplicat cultura de laborator, în celelalte două vase mici, se realizează cu ajutorul aerului comprimat.

Operaţia se execută astfel: se închide ventilul de pe conducta de evacuare a bioxidului de carbon, apoi se deschide aproape la maximum ventilul de pe conducta de aer. După circa o jumătate de minut se deschide ventilul de golire, atît al vasului cu cultura de drojdie cît şi al celui care urmează să fie însămînţat. Sub acţiunea presiunii exercitate de aer deasupra lichidului, acesta este împins prin conducta de legătură în vasul în care comunică, la care ventilul de pe conducta de evacuare a bioxidului de carbon trebuie să fie deschis.

Această metodă de transvazare a culturilor pure din fabrică este foarte avantajoasă, deoarece mediile de cultură circulă în sistem închis, fiind ferite astfel de contactul cu aerul.

Fermentarea în celelalte două vase mici şi controlul acesteia se desfăşoară la fel ca în primul vas.

După circa 8 ore, cînd concentraţia mediului scade la 6—7°Bllg, conţinutul acestor două vase mici este trecut, cu ajutorul aerului comprimat, într-unul din cele trei vase mari în care se obţine, în final, cuibul de drojdie.

Multiplicarea drojdiei în vasele mari de cultură. Ca şi în cazul vaselor mici înainte de pregătirea mediului de cultură, vasele mari se spală şi se sterilizează cu abur şi formalină după aceleaşi reguli.

Mediul de cultură pentru vasul mare care se însămînţează cu drojdie se prepară din următoarele cantităţi de materiale:

— melasă de 15—16°Bllg ..... 650—700 l
— extract de superfosfat de calciu cu o concentraţie de 8% ..... 20— 25 l
— sulfat de amoniu ca atare ..... 50— 60 g
— acid sulfuric după gradul de alcalinitate al melasei ..... 250—300 ml
— acizi graşi ..... 200—250 ml

După omogenizare cu aer, mediul de cultură se sterilizează cu abur timp de 30—45 min. Se răceşte apoi la 29...30°C şi se însămînţează cu drojdia de cultură provenită din cele două vase mici.

Parametrii iniţiali ai mediului însămînţaţi cu drojdii sînt următorii:

— concentraţia ..... 13,5— 14°Bllg
— aciditatea ..... 1,1— 1,2°Dlb
— temperatura ..... 28 ... 30°C
— volumul mediului ..... 770 —800 l

Durata fermentării mediului este de 7—8 ore, timp în care în acesta se introduce un debit moderat de aer. Din 2 în 2 ore se verifică mersul fermentaţiei.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

La sfîrșitul perioadei de fermentare, mediul de cultură are următorii parametrii:

— concentrație ..... 6 — 6,5°Bllg
— aciditate ..... 1,2— 1,3°Dlb
— temperatura ..... 26 ... 28°C

Cînd fermentarea, în acest vas, este terminată, cuibul de drojdie este folosit pentru însămînțarea celorlalte două vase de cultură, în care se pregătește din timp mediul de cultură, în modul descris mai sus. Trecerea cuibului de drojdie în părți egale în celelalte două vase se face cu ajutorul aerului comprimat.

Fermentația se desfășoară și se urmărește la fel ca în primul vas mare de cultură. Rezultatele controlului periodic al fermentării se înscriu în registre de fabricație.

Drojdiile acumulate la sfîrșitul perioadei de fermentare, în cele două vase mari, constituie cuibul de drojdie.

Conținutul unui vas mare de drojdie, care este de circa 800 l, este folosit pentru însămînțarea plămezii de melasă din vasul de fermentare.

Conținutul celui de-al doilea vas este folosit pentru însămînțarea mediului din celelalte două vase.

În continuare, procesul de multiplicare a drojdiilor se repetă ca mai sus, cuibul de drojdie pregătindu-se numai în vasele mari de cultură.

C. PREFERMENTAREA

Spre deosebire de procesul de fabricație al spirtului din materii prime amidonoase, la care cuibul de drojdie utilizat pentru fermentare reprezintă 4—6% din volumul plămezilor supuse fermentării, la fabricarea spirtului din melasă, drojdiile de însămînțare trebuie să reprezinte 40—50% din volumul plămezii de melasă care se supune fermentării.

După cum s-a arătat la începutul acestui capitol, prefermentarea reprezintă ultima etapă de multiplicare a drojdiilor, în care se realizează cantitatea necesară fermentării plămezilor de melasă.

Denumirea de prefermentare derivă din faptul că o importantă cantitate de melasă folosită pentru multiplicarea drojdiilor este totodată fermentată de acestea înainte de fermentarea propriu-zisă a melasei.

1. UTILAJELE DE PREFERMENTARE

În figura 177 este redată schema unei instalații de prefermentare. Aceasta se compune din două sau trei vase de formă paralelipipedică sau cilindrică. Cel mai des întîlnite sînt instalațiile de prefermentare formate din două vase.

Vasele de prefermentare sînt identice din punct de vedere funcțional și al caracteristicilor tehnice.

Vasul de prefermentare *1* este prevăzut cu racordul de aer *2*, prin care aerul se introduce în spira perforată *3*.

La racordul de aer este legată și conducta de abur *4*. Aburul necesar pentru sterilizare se introduce în vas, prin spira *3*. Apa necesară pentru sistemul de răcire alcătuit din serpentinele *5*, cît și prin introducerea ei în vas prin racordul *6*, este admisă prin conducta *7*.

Prin conducta *8* se introduce într-un vas sau în celălalt cuibul de drojdie, iar prin conducta *9*, melasa diluată care este adusă din rezervorul de pregătire a melasei pentru prefermentare.

Legătura între cele două vase de prefermentare se realizează prin conducta de comunicație *10*. Vasul este prevăzut cu gura de vizitare *11*. Golirea vasului se efectuează prin conducta *12*. Temperatura în timpul desfășurării procesului se urmărește la termometrul care se introduce în tubul *13*. Apa din serpentina de răcire a vasului se elimină prin racordul *14*.

Vasele de prefermentare se construiesc din tablă de fier. Volumul util al unui vas de prefermentare trebuie să fie egal cu 50% din volumul util al unui vas de fermentare. Prin volum util se înțelege volumul maxim pe care poate să-l ocupe materialul într-un vas în timpul desfășurării procesului de fabricație.

Volumul util este întotdeauna mai mic decît volumul geometric al vasului. El reprezintă circa 75% din volumul geometric.

2. DESFĂȘURAREA PROCESULUI TEHNOLOGIC LA PREFERMENTARE

Vasul de prefermentare — înainte de întrebuințare — se curăță, se spală și se sterilizează, procedînd la fel ca și în cazul vaselor pentru prepararea cuibului de drojdie.

Cînd temperatura în interiorul vasului — după operația de sterilizare — a ajuns la 30...32°C, se introduce, în acesta, cuibul de drojdie.

Alimentarea vasului de prefermentare pentru dezvoltarea drojdiilor se face cu melasă de 12°Bllg, care se pregătește în modul arătat anterior.

După modul de alimentare a vasului de prefermentare se disting două procedee:

— procedeul cu alimentare periodică;
— procedeul cu alimentare continuă.

În aplicarea ambelor procedee, nu trebuie să se depășească o anumită concentrație a melasei.

Explicația constă în faptul că sărurile care se găsesc în cantitate mare în melasă frînează dezvoltarea drojdiilor.

Din această cauză, nu se aduce de la început, peste cuibul de drojdie, toată cantitatea de melasă necesară, aceasta fiind introdusă în timp, prin alimentare continuă sau periodică.

Procedeul cu alimentare periodică. Urmărind pe figura 177, modul de lucru este următorul: după introducerea cuibului de drojdie prin conducta *8*, se deschide ventilul de pe conducta de aer 2 și apoi se introduce prin conducta *9* o cantitate de melasă de 12°Bllg pînă cînd se completează 25% din volumul util al vasului de prefermentare. Fermentația se desfășoară cu o aerare moderată a plămezii la temperatura de 24...28°C. Cînd concentrația plămezii scade la circa 7°Bllg se face o nouă alimentare cu melasă de 12°Bllg pînă la 50% din volumul util al vasului. După introducerea melasei și după omogenizare, mediul are circa 11°Bllg.

Fermentația continuă pînă cînd concentrația scade la 7°Bllg, în acest moment efectuîndu-se o nouă alimentare pînă la circa 75% din volumul vasului.

Ultima alimentare se face pînă la completarea volumului util al vasului de prefermentare. După această ultimă alimentare, cu melasă de 12°Bllg, plămada are 11°Bllg. Cînd prin fermentare concentrația plămezii ajunge la 7°Bllg, se procedează la trecerea unei jumătăți din aceasta în cel de-al doilea vas de prefermentare. Aceasta se realizează prin deschiderea ventilului de pe conducta *10*, care face legătura între cele două vase.

După ce nivelul plămezii în cele două vase s-a egalizat, reprezentînd circa 50% din volumul util al fiecărui vas, fermentarea se continuă paralel în ambele vase.

Alimentarea cu melasă de 12°Bllg se efectuează în modul descris mai sus.

După ultima alimentare, cînd concentrația plămezii atinge circa 7°Bllg, conținutul unui vas de prefermentare se golește în unul din vasele de fermentare în care se reia ciclul de fabricație.

Conținutul celuilalt vas de prefermentare se împarte prin trecerea unei jumătăți în vasul care s-a golit, după spălarea și sterilizarea prealabilă a acestuia, și apoi procesul se reia ca mai sus.

Din descrierea acestui procedeu de alimentare rezultă două aspecte principale:

— Primul aspect constă în aceea că drojdiile pentru fermentare se pot prepara o anumită perioadă numai în vasele de prefermentare.

Dacă această variantă tehnologică de preparare a drojdiilor pentru fermentare prezintă unele avantaje economice (economie de utilități, mărirea productivității utilajelor etc.), în schimb este mult mai vulnerabilă din punctul de vedere al posibilităților de infectare a drojdiilor, decît în cazul folosirii frecvente a culturilor pure de drojdie.

— Al doilea aspect constă în faptul că printr-o desfășurare normală a procesului de pregătire a drojdiilor pentru fermentare sînt necesare trei vase.

În fabricile de spirt care aplică acest procedeu cît și procedeul cu alimentare continuă se folosesc între două și cinci vase de prefermentare.

Numărul de vase de prefermentare este determinat de capacitatea la care acestea sînt dimensionate și de numărul și volumul vaselor de fermentare pentru care trebuie să se asigure cantitatea de drojdie necesară.

O altă variantă a procedeului de alimentare periodică — aplicată în unele fabrici — constă în faptul că alimentarea cu o nouă porțiune de melasă începe cînd plămada are 5,5—6°Bllg. După alimentare, plămada nu trebuie să aibă o concentrație mai mare de 7,5°Bllg.

Acest procedeu asigură o dezvoltare mai bună a drojdiilor ca urmare a faptului că la o concentrație mai redusă a melasei și concentrația sărurilor din mediu este mai redusă.

Procedeul cu alimentare continuă. Acest procedeu constă în următoarele: După introducerea drojdiei de cuib în vasul de prefermentare se începe alimentarea cu melasă diluată de 12°Bllg. Alimentarea se efectuează continuu, cu un debit stabilit, astfel încît concentrația plămezii în fermentare să fie cuprinsă între 7 și 8°Bllg.

În tot timpul fermentării, mediul este barbotat continuu cu o cantitate moderată de aer, iar temperatura nu trebuie să depășească 31°C, fiind menținută în limita de 28...30°C cu ajutorul sistemului de răcire. Aciditatea plămezii trebuie să fie cuprinsă între 1 și 1,2°Dlb.

Cînd vasul de prefermentare s-a umplut și cînd concentrația mediului a ajuns la 6,5—7,5°Bllg, o jumătate din conținut se trece în cel de-al doilea vas. Operația de alimentare continuă se reia la ambele vase și procesul de multiplicare a drojdiilor se repetă ca mai sus.

După fermentare, concentrația mediului din ambele vase este de 6—7°Bllg.

Cu conținutul unui prefermentator se alimentează un vas de fermentare, conținutul din cel de-al doilea se împarte din nou în părți egale între cele două prefermentatoare și operația de multiplicare a drojdiilor se repetă.

D. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII LA PREPARAREA DROJDIILOR

Pentru evitarea accidentelor de muncă în diferite faze de multiplicare a drojdiilor este obligatorie respectarea următoarelor nome de protecție a muncii:

— la fabricile la care fermentarea mediului nutritiv pentru prima fază de multiplicare a drojdiilor se face prin adăugarea manuală a materialelor, la manipularea acidului sulfuric se va folosi echipamentul de protecție compus din ochelari, cizme, mănuși, șorț și cizme de cauciuc;

— dacă situația impune intrarea într-un vas de pregătire a cuibului de drojdie sau într-un vas de prefermentare, este necesar să se controleze dacă acestea nu conțin bioxid de carbon, pătrunderea în aceste vase fiind permisă numai după ce se constată absența bioxidului de carbon.

Capitolul XXXII

FERMENTAREA MELASEI

A. CONSIDERAȚII GENERALE

Fermentarea este faza procesului tehnologic prin care zaharoza din melasă este transformată de către drojdii în alcool și bioxid de carbon.

În timpul fermentării, inițial, enzima invertaza din drojdii scindează zaharoza într-o moleculă de glucoză și una de fructoză și apoi aceste monozaharide sînt transformate de către enzima zimaza în alcool și bioxid de carbon.

Mecanismul reacțiilor este următorul:

$$\underset{\text{zaharoză}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{invertază}} \underset{\text{glucoză}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{fructoză}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$\underset{\substack{\text{glucoză}\\ \text{sau}\\ \text{fructoză}}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{zimază}} 2\underset{\substack{\text{alcool}\\ \text{etilic}}}{CH_3 - CH_2OH} + 2\underset{\substack{\text{bioxid}\\ \text{de}\\ \text{carbon}}}{CO_2} + 22\text{Kcal},$$

Reacția de mai sus reprezintă doar cele două extreme, adică pe de o parte zahărul, iar pe de altă parte alcoolul și bioxidul de carbon care s-au format.

În realitate, procesul fermentației alcoolice este mult mai complicat. Între zahărul direct fermentescibil (glucoză sau fructoză) și alcoolul etilic care este rezultatul fermentației se formează o serie de produși intermediari.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

La descrierea structurii şi funcţiei celulei de drojdie s-a arătat că enzima este aceea care transformă glucoza şi fructoza în alcool şi bioxid de carbon. Această denumire de zimază este dată unui complex format din 15 enzime şi 3 coenzime (substanţe active ale enzimei).

Produşii intermediari care se formează în timpul fermentării pînă la obţinerea alcoolului etilic sînt rezultatul acţiunii acestui număr mare de enzime conţinute de celula de drojdie.

B. INSTALAŢIA DE FERMENTARE

Instalaţia de fermentare este compusă dintr-un număr variabil de vase pentru fermentare, precum şi din anexele acestora, prinzătorul de spumă şi spălătorul de bioxid de carbon.

1. VASUL DE FERMENTARE

Vasul de fermentare este utilajul tehnologic în care zahărul din melasă este transformat de către drojdii în alcool şi bioxid de carbon.

În figura 178 este redată schema unui vas pentru fermentarea melasei. Vasul *1* de formă cilindrică este prevăzut cu racordul *2* pentru introducerea drojdiilor de la prefermentare, racordul *3* pentru alimentarea cu melasă, conducta *4* pentru introducerea apei de răcire în serpentinele interioare *5*, racordul *6* pentru eliminarea apei de răcire. Aerul necesar aerării plămezii în timpul fermentării se introduce prin racordul *7* şi spira perforată *8*. Aburul necesar pentru sterilizarea vasului se introduce prin racordul *9*.

Pe capacul superior, vasul este prevăzut cu gura de vizitare *10*, iar în partea inferioară cu gura de vizitare *11*. Temperatura în timpul desfăşurării procesului de fermentare se urmăreşte cu ajutorul termometrului introdus în tubul *12*.

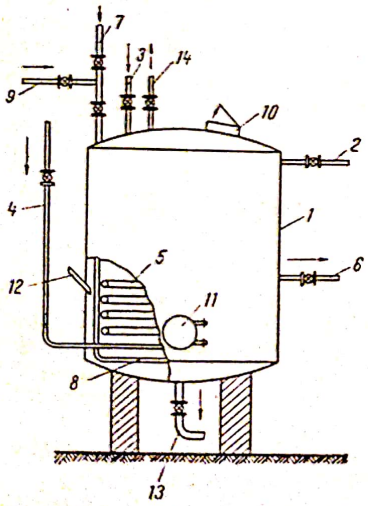


Fig. 178. Vas pentru fermentarea melasei.

Golirea vasului de fermentare se face prin racordul *13*. Bioxidul de carbon care se formează în timpul fermentării se elimină prin racordul *14*.

Prinzătorul de spumă se intercalează între vasele de fermentare şi spălătorul de bioxid de carbon. Rolul acestui aparat este de a prinde şi de a sparge spuma care adeseori se formează în timpul fermentării melasei.

Spălătorul de bioxid de carbon are construcţia şi principiul de funcţionare identice cu cele ale coloanelor de distilare.

Bioxidul de carbon, care se degajă din linuri, antrenează şi alcoolul sub formă de vapori. Pentru recuperarea alcoolului, bioxidul de carbon este dirijat, prin conductă, în spălător, în care circulă în contracurent cu apa. Realizîndu-se un

contact intim între gaz şi apă, alcoolul este antrenat (dizolvat) de apă. Apele alcoolice cu un conţinut de circa 2,5% alcool sînt introduse în inurile de fermentare.

C. DESFĂŞURAREA PROCESULUI TEHNOLOGIC LA FERMENTARE

Înainte de începerea unui nou ciclu, vasele de fermentare se curăţă, se spală şi se sterilizează.

Cînd temperatura vasului de fermentare, după sterilizare, a ajuns la 30...31°C, se introduce drojdia din prefermentator, care ocupă circa 50% din volumul util al vasului. După aceea începe alimentarea cu melasă.

Melasa care urmează să fie fermentată se diluează din timp la 30—32°Bllg în vasele de pregătire. La diluarea melasei nu se adaugă săruri nutritive şi acid sulfuric.

Temperatura melasei diluate folosite la fermentare trebuie să fie cuprinsă între 20 şi 24°C.

Din cauza conţinutului mare de săruri al melasei diluate, care stinghereşte activitatea drojdiei, nu se poate aduce în vasul de fermentare peste cultura de drojdie toată cantitatea de melasă dintr-o dată. Aceasta trebuie să fie adăugată treptat.

Ca şi în cazul alimentării prefermentatoarelor, la fermentare se aplică două procedee:

— procedeul de fermentare prin alimentare periodică;

— procedeul de fermentare prin alimentare continuă.

1. PROCEDEUL DE FERMENTARE CU ALIMENTARE PERIODICĂ

Acest procedeu constă în următoarele:

După ce s-a introdus cultura de drojdie din prefermentator în vasul de fermentare, melasa diluată la circa 30°Bllg se adaugă în trei etape. La fiecare adaos, cantitatea de melasă trebuie să fie astfel dozată, încît plămada din vas — după omogenizare cu aer — să aibă 7,5—8°Bllg.

Cînd concentraţia plămezii ajunge la 6—6,5° Bllg, se începe alimentarea cu o nouă porţiune de plămadă.

După prima şi a doua alimentare se insuflă aer în vasul de fermentare timp de 60 min pentru omogenizarea plămezii. După ultima alimentare care se face cu 6—8 ore înainte de trecerea plămezii la distilare, aerul se insuflă 15—20 min. Nu se depăşeşte această durată de aerare a plămezii, pentru a se evita pierderile de alcool prin antrenare cu aer.

În funcţie de calitatea melasei şi a drojdiei folosite, precum şi de modul cum este condus procesul tehnologic, de la ultima alimentare cînd vasul este umplut la volumul util, fermentarea are o durată de 20—28 de ore.

În timpul fermentării, temperatura plămezii trebuie să fie menţinută între 28 şi 30°C, folosind sistemul de răcire a vasului ori de cîte ori temperatura tinde să crească peste 30°C.

Scanned with OKEN Scanner

Cel puțin o dată la 4 ore se face un control privind evoluția concentrației (°Bllg), a temperaturii acidității și controlul microscopic, rezultatele trebuind să fie înscrise în registrul de fabricație al secției.

Fermentarea melasei este terminată cînd concentrația mediului scade la 5,6—6,5°Bllg. În acest moment, melasa fermentată din vas este trecută într-un vas colector, din care este apoi trecută la distilare pentru extragerea alcoolului.

2. PROCEDEUL DE FERMENTARE CU ALIMENTARE CONTINUĂ

Acest procedeu constă în alimentarea continuă a vasului de fermentare cu melasă diluată la 30°Bllg, după ce în acesta s-a introdus drojdie din vasul de fermentare.

Debitul de fermentare se reglează astfel încît concentrația plămezii din vasul de fermentare să se mențină la 7,5—8°Bllg.

Durata de fermentare este în raport cu volumul util al acestuia.

După completarea volumului util al vasului, fermentarea durează 20—28 de ore. În timpul fermentării, controlul se execută asupra acelorași parametri care au fost arătați la procedeul de fermentare cu alimentare periodică.

La sfîrșitul fermentației, concentrația plămezii trebuie să fie cuprinsă între 6 și 6,5°Bllg, iar aciditatea finală a plămezii să nu depășească aciditatea inițială cu mai mult de 0,1—0,2°Delbrück.

Un alt parametru de control al modului în care s-a desfășurat fermentarea este zahărul din melasă rămas nefermentat, care mai este denumit și zahăr rezidual.

În cazul folosirii de melase corespunzătoare și a desfășurării normale a procesului tehnologic, zahărul rezidual din plămezile fermentate nu trebuie să depășească limita de 0,3%.

La fabricile de spirt dotate cu instalații de captare a bioxidului de carbon, indiferent de procedeul aplicat, în ultimele ore de alimentare cu melasă precum și în primele ore de fermentare, după terminarea alimentării, gura superioară a vaselor de fermentare se închide ermetic.

Bioxidul de carbon iese din vas prin conductă, trece apoi la spălătorul de bioxid de carbon și în cele din urmă la instalația de captare, purificare și îmbuteliere.

D. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII LA FERMENTARE

La fermentarea melasei, cea mai mare atenție trebuie să se acorde măsurilor de eliminare a bioxidului de carbon din vasele și din sala de fermentare. Bioxidul de carbon este un gaz care în concentrație mare devine sufocant. Fiind mai greu decît aerul, bioxidul de carbon se scurge spre baza vaselor de fermentare și spre pardoseala sălilor de fabricație.

Principalele măsuri care trebuie respectate pentru prevenirea accidentelor ce pot fi cauzate de bioxidul de carbon constau în următoarele:

— Sălile de fermentație trebuie să fie prevăzute cu guri de canal cît mai apropiate de nivelul pardoselii, prin care se aspiră cu un ventilator bioxidul

de carbon. În sistemele moderne de aerisire se montează la înălțimea stabilită o conductă confecționată din tablă (burlan) cu mai multe prize prin care se aspiră bioxidul de carbon din încăpere.

— După golirea unui vas de fermentare, intrarea în interiorul acestuia este permisă numai după eliminarea bioxidului de carbon. În acest scop se deschid mai întîi gurile de vizitare ale vasului și apoi se introduce aer în lin. După circa 15—20 min se oprește pătrunderea aerului și apoi se verifică interiorul vasului cu flacără deschisă (chibrit sau luminare). În prezența bioxidului de carbon, flacăra se stinge. Cînd flacăra nu se stinge, este un indiciu că bioxidul de carbon s-a eliminat total. Numai din acest moment se poate intra în interiorul vasului.

— Pătrunderea în vasul de fermentare este permisă numai cu masca pe figură, care trebuie să fie prevăzută cu un tub flexibil de aducție a aerului din afara vasului de fermentare.

— Este obligatorie folosirea centurii de siguranță cînd vasele de fermentare trebuie să fie spălate la diferite înălțimi.

— În timpul curățirii și spălării vaselor de fermentare este obligatorie folosirea echipamentului de protecție (cizme, mănuși și șorț de cauciuc).

— Indiferent de faptul că bioxidul de carbon este captat pentru îmbuteliere sau nu, eliminarea lui din vasele de fermentare trebuie să se facă prin conductă.

— Conductele de abur trebuie să fie izolate.

— Racordurile de apă, abur, bioxid de carbon etc. trebuie să fie cît mai apropiate de platforma de deservire a vasului pentru a se evita urcarea pe vas pentru manipulare.

— În timpul sterilizării vaselor de fermentare cu abur, capacul gurii superioare de vizitare trebuie să fie puțin deschis, pentru a se evita formarea vidului în timpul răcirii, care poate duce la deformarea vasului.

Capitolul XXXIII

RANDAMENTE DE FABRICAȚIE

Într-o fabrică de spirt, modul în care s-a desfășurat procesul tehnologic se reflectă, în final, în nivelul randamentului obținut din materia primă prelucrată.

Realizarea de randamente bune și calitatea superioară a spirtului trebuie să constituie scopul principal al unei întreprinderi de spirt, avînd în vedere, mai ales, faptul că valoarea materiei prime are ponderea cea mai mare (peste 80%) în prețul de cost al produsului finit.

Pentru a putea aprecia eficiența activității desfășurate într-o întreprindere de spirt, în cele ce urmează se prezintă principalele elemente și date utile în acest scop.

A. RANDAMENTE TEORETICE

Potrivit legii lui Gay-Lussac, prin fermentarea a 100 părți de glucoză, teoretic se obțin 51,14 părți alcool și 48,86 părți bioxid de carbon, conform următoarei ecuații:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 22Kcal$$

Efectuînd calculul masei moleculare a glucozei și a componenților care rezultă prin fermentare, reiese că din 180,1 părți glucoză teoretic se obțin 92,1 părți alcool și 88 părți bioxid de carbon.

Prin urmare, din 100 kg glucoză teoretic se obțin 51,14 kg alcool (sau 64,39 l alcool absolut, știind că densitatea alcoolului este 0,79425) și 48,86 kg bioxid de carbon.

Randamentele teoretice din principalele monozaharide, dizaharide și polizaharide sînt următoarele:

— din 100 kg de amidon sau dextrine rezultă 71,54 l alcool absolut
— din 100 kg de maltoză sau zaharoză rezultă 67,76 l alcool absolut
— din 100 kg de glucoză sau fructoză rezultă 64,39 l alcool absolut

Efectuînd recalculările respective, rezultă că 100 kg de glucoză sau fructoză sînt echivalente cu 95 kg maltoză sau zaharoză și cu 90 kg amidon sau dextrină.

B. RANDAMENTE PRACTICE

1. RANDAMENTE DIN AMIDON

Nivelul randamentului teoretic din amidon nu poate fi realizat niciodată, deoarece în procesul tehnologic, chiar în cele mai bune condiții de fabricație, intervin pierderi inerente de substanță utilă.

Nici una din fazele procesului tehnologic nu se desfășoară fără pierderi. Astfel, după cum s-a arătat la capitolele respective, au loc pierderi la fierbere, la zaharificare, la fermentare, precum și la distilare-rafinare. La acestea se mai adaugă și pierderile prin zahărul consumat de către microorganismele infectante. Chiar dacă se exclude acțiunea nefavorabilă a microorganismelor infectante, este de reținut faptul că însăși drojdiile consumă 5% din zahărul supus fermentării pentru formarea celulelor noi, pentru respirație sau formarea de alte substanțe decît alcoolul etilic, cum este spre exemplu glicerina.

Mărimea pierderilor în procesul tehnologic nu este însă indiferentă, astfel că între pierderile minime care inerent se produc în cazul unei fabricații condusă în condiții optime și pierderile foarte mari care pot avea loc într-o fabricație necorespunzător condusă există un interval de randamente, de la cele mai bune pînă la cele mai slabe.

La prelucrarea materiilor prime amidonoase, față de randamentul teoretic de 71,54 alcool absolut, din 100 kg amidon se obțin randamente mai scăzute din cauza pierderilor care au loc în procesul tehnologic.

Tabela 19

Randamente practice din 100 kg amidon

Litri alcool absolut	% din randamentul teoretic	Apreciere
66–67	92,3–93,6	Excelent
64–65	89,5–90,9	Foarte bun
62–63	86,7–88,1	Bun
60–61	83,9–85,3	Mediocru
Sub 60	Sub 83,9	Rău

În tabela 19 sînt prezentate randamentele care se pot obține din 100 kg amidon, precum și aprecierea acestora.

2. RANDAMENTE PRACTICE DIN MATERII PRIME AMIDONOASE

Pentru activitatea practică prezintă o deosebită importanță calculul randamentului realizat din materia primă prelucrată.

Randamentul la materia primă prelucrată reprezintă cantitatea de spirt brut în litri alcool absolut, care se obține din 100 kg materie primă ca atare.

În tabela 20 sînt prezentate randamentele practice din diferite materii prime amidonoase. Datele din acest tabel sînt foarte utile pentru aprecierea

Tabela 20

Randamentele în alcool ce se pot obține în practică din materii prime amidonoase

Materia primă	Conținut în amidon %	Randament în litri alcool absolut din 100 kg materie primă, la:			
		fabricație ireproșabilă	fabricație foarte bună	fabricație bună	fabricație mediocră
Amidon pur anhidru	100	66,0	64,0	62,0	60,0
Amidon pur uscat la aer	82	54,1	52,5	50,8	49,2
Amidon pur umed	50	33,0	32,0	31,0	30,0
Cartofi proaspeți	14	9,2	9,0	8,7	8,4
Cartofi proaspeți	16	10,6	10,2	9,9	9,6
Cartofi proaspeți	18	11,9	11,5	11,2	10,8
Cartofi proaspeți	20	13,2	12,8	12,4	12,0
Cartofi proaspeți	22	14,5	14,1	13,6	13,2
Cartofi proaspeți	24	15,8	15,4	14,9	14,4
Porumb foarte uscat	62	40,9	39,7	38,4	37,2
Porumb normal	60	39,6	38,4	37,2	36,0
Porumb normal	58	38,3	37,1	36,0	34,8
Secară	58	38,3	37,1	36,0	34,8
Secară	55	36,3	35,2	34,1	33,0
Grîu	61	40,3	39,0	37,8	36,6
Grîu	57	37,6	36,5	35,3	34,2
Orz	55	36,3	35,2	34,1	33,0
Ovăz	50	33,0	32,0	31,0	30,0
Orz cu bobul plin ca slad scurt	50	33,0	32,0	31,0	30,0
Orz cu bobul plin ca slad lung	45	29,7	28,8	27,9	27,0
Orz ușor ca slad scurt	45	29,7	28,8	27,9	27,0
Orz ușor ca slad lung	40	26,4	25,6	24,8	24,0
Orz foarte ușor ca slad scurt	40	26,4	25,6	24,8	24,0
Orz foarte ușor ca slad lung	35	23,1	22,4	2,17	21,0
Mei	61	40,3	39,0	37,9	36,0

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

modului în care s-a desfășurat procesul tehnologic cînd se efectuează calculul randamentului pe fiecare lin de fermentare și pe fiecare zi de lucru.

3. FACTORI CARE DETERMINĂ SCĂDEREA RANDAMENTELOR

La descrierea procesului tehnologic pe fiecare fază de fabricație au fost arătați factorii care pot determina realizarea unor randamente scăzute.

Avîndu-se în vedere importanța care trebuie să se acorde folosirii cît mai eficiente a materiei prime care deține ponderea în cheltuielile materiale, în cele ce urmează se prezintă sinteza cauzelor care duc la micșorarea randamentului, precum și măsurile mai importante care se impun pentru evitarea unor asemenea situații.

Principalii factori care concură la scăderea randamentului sînt următorii:

— folosirea de materii prime alterate;

— cîntărirea inexactă a materiei prime;

— dezagregarea incompletă a amidonului la fierbere:

— zaharificarea defectuoasă a plămezilor fierte, ca urmare a calității necorespunzătoare a sladului sau a nerespectării temperaturilor prescrise la zaharificare (temperaturi prea ridicate);

— fermentația incompletă a plămezilor, ca urmare a nerespectării temperaturilor în fazele de fermentare sau a slăbirii, chiar pînă la distrugerea diastazei, și vătămarea drojdiilor, din cauza creșterii acidității cauzate de infecții;

— pierderi de alcool, prin borhot, din cauza conducerii incorecte a procesului de distilare;

— pierderi de alcool sub formă de vapori, sau pierderi de spirt în timpul distilării sau rafinării, din cauza neetanșeității coloanelor de distilare și rafinare, a deflegmatoarelor, condensatoarelor, flanșelor de la conducte, conducte de abur sparte în blaza de rafinare etc.

Este necesar să se accentueze că numai prin controlul sistematic și zilnic pot fi descoperite cu ușurință și într-un timp scurt cauzele care influențează negativ randamentul.

O deosebită atenție trebuie să se acorde menținerii unei curățenii excesive, nu numai în aparatele și conductele tehnologice, ci și în încăperile de fabricație (pardoseli, pereți, plafoane). Consecințele infectării plămezilor au fost arătate la capitolul privind fermentarea.

În egală măsură trebuie să se acorde importanță pierderilor directe de alcool.

Dacă nu se urmărește minuțios modul de desfășurare a procesului tehnologic, de la intrarea în fabricație a materiei prime și pînă la depozitarea produsului finit, deși fabricația se poate desfășura foarte bine pînă la fermentația finală a plămezilor, totuși randamentele pot să fie diminuate, din cauza pierderilor de alcool la distilare sau rafinare.

De aceea, zilnic trebuie controlate cu atenție flanșele conductelor de vapori alcoolici și de spirt, garniturile segmenților coloanelor de distilare și rafinare, serpentinele de abur din blaza de rafinare, starea robinetului de golire a apei de luter, din blază, partea superioară a coloanelor, deflegmatoarele, condensatoarele, conductele de legătură între acestea, precum și toate conductele de spirt brut și rafinat.

Capitolul XXXIV

RECUPERAREA ȘI VALORIFICAREA SUBPRODUSELOR ȘI A DEȘEURILOR DE LA FABRICAREA SPIRTULUI

La fabricarea spirtului din cereale, cartofi sau melasă rezultă subproduse și deșeuri (reziduuri de fabricație) recuperabile.

Subprodusele sînt: bioxidul de carbon, spirtul tehnic, rezultat din amestecul spirtului frunți cu spirtul cozi și uleiul de fuzel.

Deșeurile recuperabile sînt: borhoturile de cereale, cartofi și melasă.

A. SUBPRODUSE

1. BIOXIDUL DE CARBON

În procesul de fermentare a materiilor prime amidonoase (cereale sau cartofi) sau zaharoase (melasă), zaharurile se transformă în produse principale: alcool etilic și bioxid de carbon. În momentul cînd plămezile au ajuns la limita de saturare cu bioxid de carbon, acesta se degajă din mediu. Procentul de bioxid de carbon din gazul ce se degajă este de 99—99,5%.

Cantitatea de bioxid de carbon care rezultă prin fermentare este de 48,86% din greutatea glucozei.

Bioxidul de carbon, cunoscut și sub denumirea greșită de acid carbonic, este un gaz incolor, cu miros și gust înțepător. Are greutatea specifică de 1,9768, fiind deci de 1,5 ori mai greu decît aerul.

În raport cu condițiile tehnice și criteriile tehnologice, în cazul proceselor tehnologice periodice se poate recupera circa 70% din bioxidul de carbon rezultat la prelucrarea materiilor prime amidonoase și circa 50% la prelucrarea melasei.

Recuperarea bioxidului de carbon. Se efectuează cu ajutorul unor instalații speciale. Procesul de recuperare comportă următoarele faze: captarea, spălarea, purificarea, comprimarea și îmbutelierea bioxidului de carbon.

Utilizarea bioxidului de carbon. Bioxidul de carbon are utilizări multiple în diferite domenii. În cea mai mare măsură este folosit în industria alimentară pentru fabricarea băuturilor răcoritoare și la asomarea porcilor în abatoare. În industria metalurgică este folosit în procesul de turnare a metalelor.

De asemenea mai este utilizat pentru fabricarea gheții carbonice, care are o temperatură de minus 78,9°C (gheața carbonică este folosită la transportul alimentelor foarte perisabile, în medicină și în cercetare), la fabricarea carbonatului de calciu și a carbonatului de amoniu.

2. SPIRTUL FRUNȚI ȘI COZI

După cum s-a arătat la capitolul privind rafinarea, procentul total de spirt frunți și cozi care rezultă după rafinare este de 6% la instalațiile cu funcționare periodică și de 4—5,6% la cele cu funcționare continuă, în raport cu cantitatea de alcool absolut supus rafinării.

Amestecul de spirt frunți și spirt cozi, numit spirt tehnic, este utilizat în industria de lacuri și vopsele, precum și la fabricarea spirtului denaturat.

Scanned with OKEN Scanner

3. ULEIUL DE FUZEL

Este un amestec de produse secundare ale fermentației alcoolice, care are punctul de fierbere cuprins între 80 și 196°C. În cea mai mare parte, uleiul de fuzel este format din alcooli superiori (propilic, butilic, izobutilic, amilic, izoamilic).

Modul de formare a acestor alcooli superiori este controversat. După unele teorii, ei s-ar forma în urma acțiunii drojdiilor asupra aminoacizilor, iar după altele, chiar pe seama zahărului.

Uleiul de fuzel este un lichid de culoare brună pînă la incoloră, cu miros iritant-sufocant. Nu este miscibil cu apa, are densitatea de 0,83 și este inflamabil.

Spirtul brut conține pînă la maximum 0,5% ulei de fuzel, raportat la alcoolul absolut.

Uleiul de fuzel se extrage din coloana de rafinare, de pe talerele (*3*, *5*, *7* și *9*), unde concentrația alcoolului este cuprinsă între 47,5—48,5%. Pentru livrare, concentrația uleiului de fuzel trebuie să fie de minimum 85%. Din procesul de rafinare se obține la o concentrație mai redusă și din această cauză trebuie să fie deshidratat. Deshidratarea se realizează cu sare de bucătărie.

Uleiul de fuzel este întrebuințat pentru determinarea grăsimilor din lapte și la fabricarea unor esteri.

B. DEȘEURI RECUPERABILE

După distilarea plămezilor de cereale, de cartofi sau de melasă, reziduul dezalcoolizat care se evacuează din coloană se numește borhot.

1. BORHOTUL DE CEREALE ȘI CARTOFI

Borhotul rezultat de la prelucrarea cerealelor sau a cartofilor conține 4—8% substanță uscată. Este un amestec de elemente în suspensie (tegumente, celule de drojdii, grăsimi, resturi de protoplasmă coagulată, urme de amidon, pentozani etc.) și substanțe dizolvate (acizi organici, aminoacizi, substanțe minerale, vitamine din complexul B, cu excepția vitaminei B_{12} etc.).

În raport cu felul și starea materiei prime prelucrate și cu concentrația plămezilor, la producerea unui hectolitru de alcool absolut, sub formă de spirt, pot rezulta între 11 și 14 hl de borhot.

Borhoturile de cereale și cartofi, prin valoarea lor nutritivă ridicată, sînt un furaj prețios pentru creșterea și îngrășarea animalelor.

Borhotul de cereale, fiind bogat în albumine și grăsimi, este mai valoros decît borhotul de cartofi, care este mai sărac în aceste elemente.

Un hectolitru de borhot de cereale are o valoare nutritivă egală cu aceea a 10 kg de concentrate sau a 12 kg de porumb.

Prin furajarea cu borhot este stimulată pofta de mîncare a animalelor, fiind favorizată și utilizarea furajelor uscate cu valoare nutritivă scăzută.

Borhotul trebuie să fie păstrat cald, în rezervoare curate și izolate termic. Borhotul rece este un mediu prielnic pentru dezvoltarea anumitor microorganisme, care prin produsele lor de fermentație îl fac chiar dăunător animalelor.

În perioadele din an cînd animalele sînt furajate cu masă verde, consumul de borhot scade. În aceste situații, borhotul poate fi uscat pînă la 10% umiditate, în instalații speciale, în această stare putînd să fie conservat o perioadă mai îndelungată.

Din borhotul umed rezultat de la prelucrarea unei tone de cereale se pot obține circa 340 kg borhot uscat.

Borhotul de cereale mai poate fi folosit ca materie primă pentru fabricarea drojdiei de panificație, drojdiei furajere, preparatelor enzimatice de mucegaiuri, vitaminei B_{12} și a biomicinei.

2. BORHOTUL DE MELASĂ

La prelucrarea melasei, pentru producerea spirtului, rezultă borhotul de melasă, care poate avea un conținut de pînă la 10% substanță uscată.

Cantitatea de borhot care rezultă din fabricație este de 13—14 hl/l hl de spirt brut produs.

Atît cantitatea de borhot cît și conținutul în substanță uscată depind de concentrația în alcool a plămezii fermentate. La o concentrație mare în alcool a plămezilor, conținutul de substanță uscată a borhotului este mai mare, iar cantitatea de borhot mai mică, pe cînd la plămezile cu concentrație alcoolică mai mică situația este inversă.

Din punctul de vedere al compoziției chimice, borhotul este o soluție complexă de substanțe organice și anorganice. Cu excepția zahărului, care este epuizat prin procesul de fermentare, în borhotul de melasă se regăsesc practic toate substanțele din melasă.

Borhotul de melasă are multiple utilizări, dintre care mai importante sînt următoarele:

Recuperarea drojdiilor din plămezile fermentate. În procesul de fermentare a plămezilor se acumulează 5—5,5% drojdie (calculată în drojdie presată) față de greutatea melasei prelucrate. Aceste drojdii pot fi recuperate prin separarea lor cu ajutorul separatoarelor centrifugale înainte de trecerea plămezilor la distilare. La 1 m^3 de plămadă fermentată se pot obține 12—18 kg de drojdie presată.

Drojdia recuperată din plămezile de melasă poate fi folosită în panificație, din punctul de vedere al capacității de fermentare (puterii de creștere a aluatului) fiind comparabilă cu drojdia de panificație produsă în instalații clasice.

De asemenea, drojdia recuperată din plămezile fermentate sau din borhot și uscată pînă la 8—10% umiditate în instalații speciale este un furaj valoros pentru creșterea și îngrășarea animalelor.

Fabricarea drojdiei furajere. Borhotul de melasă, fiind bogat in substanțe organice, săruri minerale și conținînd unele vitamine, constituie o sursă de materie primă pentru fabricarea drojdiei furajere. Atît în țara noastră cît și în alte țări fabricile de spirt din melasă au început să valorifice borhotul în acest scop.

Alte utilizări ale borhotului de melasă. Pe lîngă utilizările arătate mai sus, borhotul de melasă poate fi folosit ca mediu de cultură pentru microorganismele care produc vitamina B_{12}, pentru obținerea betainei și a glutamatului de sodiu, a cenușii de borhot, a glicerinei, pentru furajarea animalelor, ca îngrășămînt etc.

Valorificarea integrală a subproduselor și deșeurilor rezultate la fabricarea spirtului trebuie să fie una dintre preocupările principale, deoarece prin aceasta

Scanned with OKEN Scanner

se realizează o importantă reducere a prețului de cost al spirtului și, implicit, o creștere a rentabilității producției.

Îndeosebi valorificarea integrală a borhotului — pe lîngă avantajele arătate mai sus — simplifică în foarte mare măsură problema epurării apelor reziduale, care este o obligație a oricărei întreprinderi care deversează, în bazine și cursuri de apă, apele uzate rezultate din procesul de producție.

Capitolul XXXV

NORME PENTRU PREVENIREA ȘI STINGEREA INCENDIILOR ÎN FABRICILE DE SPIRT

Alcoolul etilic face parte din grupa produselor foarte volatile și inflamabile și din această cauză, într-o fabrică de spirt trebuie să se ia măsuri deosebite de prevenire a incendiilor. Respectarea acestor măsuri trebuie să fie urmărită cu exigență maximă.

În afara normelor generale de prevenire și stingere a incendiilor (P.S.I), într-o fabrică de spirt se vor lua măsuri specifice și se vor respecta regulile necesare după cum urmează:

— Pe tot teritoriul fabricii, și cu atît mai mult în încăperile de fabricație sau în depozitul de spirt, fumatul este interzis. Fumatul va fi permis numai în locurile special amenajate și aprobate de organele de specialitate P.S.I.

— Se interzice folosirea focului deschis pe tot teritoriul fabricii (arderea unor reziduuri etc.) sau controlul cu flacără (de la chibrit sau hîrtie aprinsă) în timpul nopții pentru a constata golirea sau umplerea cu spirt a rezervoarelor, cisternelor sau a butoaielor.

— În toate încăperile fabricii de spirt, în depozitul de spirt, se va asigura iluminatul numai la tensiunea de maximum 24 V. În încăperea în care funcționează aparatele de distilare și rafinare vor fi asigurate două surse de iluminat, astfel ca nici un moment încăperea respectivă să nu rămînă neiluminată.

— Clădirile înalte din incinta fabricii și depozitul de spirt vor fi prevăzute cu paratrăsnete. Toate rezervoarele de depozitare a spirtului brut, spirtului rafinat sau tehnic vor avea legătura la pămînt pentru scurgerea electricității statiei, care să fie executată conform normelor P.S.I.

— Este interzisă folosirea pompelor acționate cu motor electric în sala de distilare-rafinare și în depozitul de spirt.

— Se va controla în permanență în fiecare schimb de lucru etanșeitatea aparatelor de distilare și rafinare, a conductelor de vapori de spirt, a deflegmatoarelor și condensatoarelor, a conductelor de spirt, a rezervoarelor, cisternelor și butoaielor de depozitare a spirtului. Cînd se constată scăpări de vapori de spirt sau scurgeri de spirt să se depisteze și să se înlăture de urgență defecțiunea cu respectarea normelor P.S.I. dacă sînt necesare unele lucrări mecanice.

— Este interzisă efectuarea unor lucrări de sudură a instalațiilor de distilare-rafinare sau a anexelor acestora pe timpul funcționării. Dacă acestea se impun se întrerupe lucrul, se îndepărtează vaporii de alcool din coloane și conductă și numai după ce se constată lipsa acestora, se poate trece la remedierea defecțiunii.

— Personalul de specialitate va ține în permanență în supraveghere instalația electrică pentru evitarea scurtcircuitelor pe conductele electrice sau la întrerupătoare.

— Becurile portative de 12 sau 24 V vor fi protejate de o plasă metalică pentru a se evita spargerea lor prin lovire și producerea de scîntei.

— Treptele scărilor metalice din sala aparatelor de distilare-rafinare, precum și acele ale depozitelor de spirt, vor fi acoperite cu covor din cauciuc sau din linoleum, pentru evitarea scînteilor care s-ar putea produce la atingerea unor anumite corpuri metalice din talpa încălțămintei (cuie, blacheuri etc).

— La canalele instalațiilor de distilare-rafinare, a anexelor acestora, în magazia de spirt la canalele rezervoarelor de depozitare a spirtului, la închiderea și deschiderea dopului filetat al butoaielor de spirt se vor folosi numai chei confecționate din bronz, pentru evitarea producerii scînteilor prin lovire.

— Este interzisă forțarea debitelor aparatelor de distilare și rafinare peste capacitatea felinarelor și aparatelor de control, situație în care spirtul se revarsă în încăperi degajînd o cantitate mare de vapori.

— În timpul executării lucrărilor de sudură la instalația de distilare-rafinare (conducte sau serpentine din tier, oale de condens etc.) se va întrerupe legătura conductelor instalațiilor care transportă spirtul în depozit sau diverse rezervoare, prin scoaterea din traseu a unui tronson de conductă, între două flanșe.

— Fiecare încăpere de fabricație trebuie să fie prevăzută cu extinctoare în care să se afle soluția de stingere pentru sezonul respectiv (vară sau iarnă).

— În fiecare încăpere de fabricație să fie afișate: numărul de telefon al pompierilor, regulile și instrucțiunile P.S.I. specifice locului de muncă, precum și muncitorii care fac parte din echipa de intervenție a schimbului de lucru.

— Pichetul de pompieri al fabricii să fie corespunzător dotat cu: motopompă, echipament de protecție, lopeți, tîrnăcoape, scări, frînghii etc., a căror manipulare să fie bine însușită de echipele de pompieri voluntari ai fabricii, prin instructaje periodice.

FABRICAREA DROJDIEI COMPRIMATE

Capitolul XXXVI

GENERALITĂȚI

ROLUL DROJDIEI ÎN PANIFICAȚIE

Prin panificație se înțelege transformarea făinii de grîu sau de secară în pîine cu ajutorul drojdiilor.

La fabricarea pîinii se deosebesc următoarele operații:

— pregătirea aluatului, care constă în amestecarea făinii cu cantitatea necesară de apă, sare și drojdie și frămîntarea aluatului;

— dospirea aluatului;

— coacerea aluatului.

Scanned with OKEN Scanner

Rolul drojdiei la fabricarea pîinii derivă din faptul că prin fermentarea zahărului, pe lîngă alcool, se formează și bioxid de carbon.

Bioxidul de carbon nu se poate degaja din aluat atunci cînd făina este de bună calitate, făcînd astfel să crească aluatul.

Drojdia fiind uniform dispersată în apa cu care se amestecă făina, face ca bioxidul de carbon rezultat din fermentație să se răspîndească în toată masa aluatului în care rămîne prins sub formă de bule.

Ca urmare a acumulării de bioxid de carbon rezultat din fermentație, aluatul își mărește volumul, ceea ce, în vorbirea curentă, se numește dospire.

Un aluat este bine dospit atunci cînd, apăsînd ușor pe suprafața lui, își revine, adică posedă destulă elasticitate ca să nu se deformeze prin apăsare.

Prin proporționarea aluatului pentru formarea pîinilor, acesta pierde o parte din bioxidul de carbon.

Pierderea bioxidului de carbon este însă compensată prin formare de noi cantități, în prima parte a timpului de coacere.

Rezultă deci că acțiunea drojdiei continuă și în cuptor pînă la temperatura de circa 50°C; peste această temperatură ea este omorîtă.

Avîndu-se în vedere că în fabricile moderne de pîine de mare capacitate aluatul trebuie să dospească într-o perioadă de timp stabilită, este foarte important ca, pe lîngă o făină de bună calitate, să se folosească o drojdie cu putere mare de dospire.

Puterea sau capacitatea de dospire este principala însușire după care se apreciază calitatea drojdiei de panificație.

Industria drojdiei de panificație din țara noastră a cunoscut o amplă dezvoltare.

Sporul considerabil de producție, a fost posibil, atît prin înființarea de noi capacități de producție, cît și prin îmbunătățirea indicilor intensivi și extensivi de utilizare a utilajelor, paralel cu modernizarea în mare parte a acestora.

Modernizarea și dezvoltarea industriei de panificație, înființarea de noi orașe și centre muncitorești, precum și a brutăriilor sătești au determinat creșterea consumului de pîine și a specialităților de brutărie. În această situație, industria drojdiei de panificație continuă să se dezvolte pentru a satisface cererile.

Capitolul XXXVII

MELASA, MATERIE PRIMĂ PENTRU FABRICAREA DROJDIEI COMPRIMATE

Pe plan mondial, melasa este aproape unica materie primă din care se fabrică drojdia de panificație.

În țara noastră, de aproape patru decenii drojdia se fabrică în exclusivitate din melasă.

Calitatea melasei pentru fabricarea drojdiei. Melasa care se folosește la fabricarea drojdiei trebuie să fie de cea mai bună calitate.

Dacă la fabricarea spirtului efectul negativ al folosirii unei melase de calitate inferioară constă numai în obținerea de randamente scăzute, la fabricarea drojdiei, o asemenea melasă are repercusiuni mai grave.

Pe de o parte, randamentele scad uneori cu mult sub cele normale, iar pe de altă parte, calitatea drojdiei rezultate este atît de înrăutățită, încît uneori aceasta nici nu poate fi folosită.

În această situație, efectele economice negative nu se localizează numai la fabricile de drojdie. Acestea se răsfrîng și asupra întreprinderilor de panificație care obțin produse de slabă calitate, precum și asupra consumatorilor.

Condiția principală pentru evitarea unor asemenea situații, în scopul obținerii de drojdie de panificație de bună calitate, este aprovizionarea fabricilor de melasă corespunzătoare.

Pentru ca să fie corespunzătoare fabricării drojdiei de panificație, melasa trebuie să îndeplinească condițiile fizico-chimice prevăzute în norma internă de calitate (tabela 21).

Deoarece executarea analizelor prevăzute de norma internă necesită un timp mult mai mare decît cel acordat pentru descărcarea cisternelor, la recepție se efectuează analiza organoleptică, densitatea și conținutul de zahăr.

Tabela 21

Indicii fizico-chimici pentru melasa destinată fabricării drojdiei de panificație

Indicator de calitate	Condiții de admisibilitate la recepția melasei
Aspect	Siropos
Culoare	Brună-brună-închis
Gust	Caracteristic-dulce
Miros	Caracteristic, fără miros străin
Substanță uscată	Minimum 75°Brix
Polarizație	Minimum 45%
Bioxid de sulf (SO_2)	Maximum 0,08%
Acizi volatili	Maximum 1,2%
Zahăr invertit	Maximum 1,0%
pH	Minimum 7%
Azot total	Minimum 1,4%
Cenușă	Maximum 12%
Oxid de calciu	Maximum 0,4%

Celelalte analize se efectuează după descărcarea melasei din cisterne. Fiecare transport de melasă destinată fabricării drojdiei de panificație trebuie să fie însoțit de un certificat de calitate, prin care fabrica de zahăr furnizoare confirmă prin rezultatul analizelor efectuate în laboratorul propriu că melasa corespunde prevederilor normei interne.

Deosebit de condițiile de calitate prevăzute în norma internă, mai sînt și alți factori ai melasei care au un rol hotărîtor în obținerea de randamente și calitate corespunzătoare a drojdiei.

Printre acești factori sînt substanțele minerale, aminoacizii și factorii de creștere.

Dintre substanțele minerale, cea mai mare importanță o au compușii cu potasiu (carbonați, cloruri, fosfați, azotați etc.).

Melasele cu un conținut sub 2,5% potasiu au o influență negativă, atît asupra randamentului cît și asupra conservabilității drojdiei.

Melasele normale trebuie să conțină 3,5—4% potasiu.

Azotul este un alt element important care intră în compoziția celulei de drojdie. În lipsa azotului din melasă, drojdiile nu se multiplică normal, influențînd astfel randamentul de fabricație.

În mod normal, melasele trebuie să conțină cel puțin 1,4% azot total.

Din azotul total, numai 30—35% este azot asimilabil, adică azot care participă la formarea masei celulare.

Dintre substanțele enumerate mai sus, o importanță deosebită pentru obținerea de randamente și mai ales de calitate corespunzătoare o au așa-numiții factori de creștere.

Factorii de creștere sînt vitaminele, care sînt absolut necesare activității normale a celei de drojdie. Cînd factorii de creștere se găsesc în cantitate insuficientă în melasă, sau cînd acestea lipsesc, funcțiile vitale ale celulei de drojdie sînt dereglate. Această situație se manifestă prin putere de dospire scăzută a drojdiei, precum și prin durata de conservabilitate redusă.

Vitaminele cele mai importante necesare drojdiilor sînt biotina, acidul pantotenic, inozitolul, tiamina și piridoxina.

Dintre acestea, biotina, inozitolul și acidul pantotenic sînt indispensabile pentru dezvoltarea și activitatea normală a drojdiilor.

Melasele provenite de la prelucrarea sfeclei-de-zahăr conțin suficiente cantități de inozitol și acid pantotenic.

Ele sînt însă deficitare în biotină, care are un rol hotărîtor în obținerea de randamente bune și calitate corespunzătoare.

Conținutul de biotină este redus mai ales în cazul melaselor provenite dintr-o sfeclă care nu a ajuns la maturație (necoaptă) sau dintr-o sfeclă care a fost infectată în timpul depozitării.

De asemenea, conținutul în biotină scade în cazul aplicării în fabricile de zahăr, a unor procedee tehnologice de prelucrare a sfeclei prin care se îndepărtează în măsură mică sau mai mare unele substanțe necesare înmulțirii drojdiilor.

O altă cauză a diminuării conținutului de biotină o constituie degradarea melasei în timpul depozitării.

Pe lîngă cauzele de mai sus, compoziția melasei diferă de la an la an, fiind în funcție de natura solului, de soiul de sfeclă, de îngrășămintele administrate pentru fertilizarea solului etc.

Deoarece calitatea melasei diferă de la o fabrică la alta, fiind variabilă chiar în cadrul aceleiași campanii, fabricile de drojdie trebuie să procedeze la agrearea melaselor de la fabricile de zahăr.

Agrearea se face după verificarea calității pe loturi, aceasta fiind făcută de către specialiștii fabricilor de drojdie împreună cu specialiștii fabricilor de zahăr.

Prin lot se înțelege cantitatea de maximum 2 000 tone melasă aflată într-un rezervor.

De obicei, analizele organoleptice și fizico-chimice prevăzute în norma internă se execută în laboratorul fabricii de zahăr furnizoare, în prezența delegatului fabricii de drojdie beneficiare.

În urma analizelor de laborator, sînt agreate melasele de cea mai bună calitate pentru fabricile de drojdie.

Transportul melasei de la fabricile de zahăr la fabricile de drojdie, descărcarea, depozitarea, conservarea și manipularea se efectuează în condiții arătate la fabricarea spirtului din melasă.

CAPITOLUL XXXVII

SCHEMA PROCESULUI TEHNOLOGIC DE FABRICARE A DROJDIEI COMPRIMATE

Potrivit schemei tehnologice redate în figura 179, fabricarea drojdiei comprimate cuprinde următoarele faze:

1) *Pregătirea melasei*. Aceasta constă în sterilizarea și limpezirea melasei. Sterilizarea se efectuează cu scopul de a distruge microorganismele infectante, iar limpezirea pentru a îndepărta impuritățile din melasă care ar dăuna calității drojdiei.

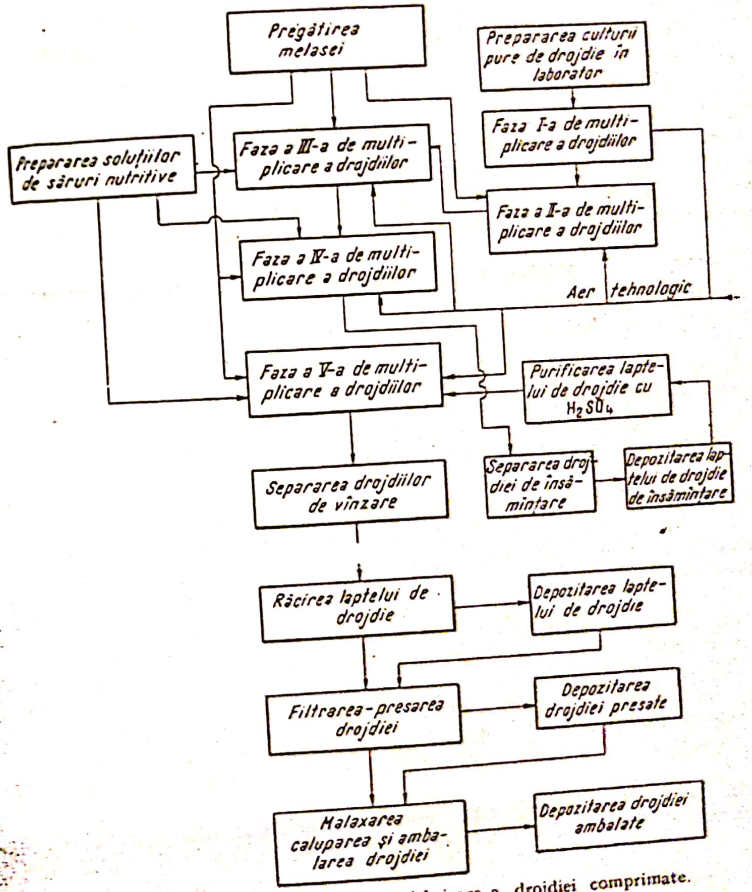


Fig. 179. Schema tehnologică de fabricare a drojdiei comprimate.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

2) *Prepararea soluțiilor de săruri nutritive* care se realizează prin solubilizarea la cald a sulfatului de amoniu și a pentaoxidului de fosfor (P_2O_5) din superfosfatul de calciu.

3) *Faza I de multiplicare a drojdiilor în fabrică*. Aceasta este prima fază de multiplicare a drojdiilor de cultură pură preparată în laborator.

4) *Faza a II-a de multiplicare a drojdiilor*. În această fază se multiplică în continuare drojdia obținută în faza I cît și în faza a II-a; drojdia se dezvoltă în medii de cultură sterilizate în vase special închise.

5) *Faza a III-a de multiplicare a drojdiilor*, în care se dezvoltă în continuare drojdiile obținute în faza a II-a.

6) *Faza a IV-a de multiplicare*. În această fază se realizează drojdia de însămînțare, care este denumită uzual drojdie maia. Drojdia este separată din plămezi cu ajutorul separatoarelor centrifugale. Laptele de drojdie obținut este păstrat în vase izoterme la temperatura de 5...8°C. Înainte de a fi folosite pentru însămînțarea plămezilor pentru obținerea drojdiilor în faza a V-a de multiplicare, este tratat cu acid sulfuric în vederea combaterii microorganismelor străine.

7) *Faza a V-a de multiplicare*. Este ultima fază de dezvoltare a drojdiilor, în care se obține cantitatea maximă de drojdii. Drojdia obținută în această fază este denumită drojdie de vînzare sau drojdie comercială.

8) *Separarea drojdiilor*. În mediul nutritiv, în care s-a dezvoltat, drojdia se găsește în cantitate de 35—40 g/l. Separarea drojdiilor din plămezi se realizează cu ajutorul unor separatoare centrifugale în mai multe trepte, în final obținîndu-se laptele de drojdie cu un conținut de 500—600 g drojdie/l cu 27% substanță uscată.

9) *Răcirea laptelui de drojdie*. Înainte de a fi trecut în vasele izoterme de păstrare sau la filtre-prese, laptele de drojdie este răcit cu scopul de a reduce la minimum, pe de o parte procesele vitale ale celulei, iar pe de altă parte de a frîna activitatea eventualelor microorganisme de infecție. Laptele de drojdie răcit este trecut, după caz, în rezervoarele izoterme de păstrare sau la filtre-prese.

10) *Filtrarea-presarea drojdiei*. Se realizează în scopul îndepărtării apei din laptele de drojdie și a obținerii drojdiei comprimate cu 28—32% umiditate. În cazul în care capacitatea vaselor izoterme de păstrare a laptelui de drojdie este insuficientă, sau cînd fabrica nu are în dotare asemenea vase, cantitățile de drojdie comprimată care depășesc capacitatea utilajelor de ambalare sînt depozitate în încăperi speciale, răcite la 5...8°C.

11) *Malaxarea-caluparea și ambalarea drojdiei*. În această ultimă fază a procesului tehnologic, drojdia comprimată este adusă la umiditatea de 24—25% la care poate fi calupată. Omogenizarea masei de drojdie se realizează cu ajutorul unor malaxoare. În continuare, drojdia este calupată și ambalată cu mașini automate. La fabricile care nu sînt dotate cu asemenea mașini, caluparea se realizează mecanic, iar ambalarea manual.

12) *Depozitarea drojdiei ambalate*. Se efectuează în încăperi răcite, cu scopul realizării în masa de drojdie, înainte de livrare, a unei temperaturi de 7...8°C.

Capitolul XXXIX

PREGĂTIREA MELASEI

Melasa livrată de fabricile de zahăr conține anumite impurități în suspensie provenite din procesul de prelucrare a sfeclei la fabricile de zahăr, din rezervoarele de depozitare și cisternele de transport necurățate etc.

Pe lîngă aceasta, melasa este mai mult sau mai puțin infectată cu microorganisme.

Una dintre condițiile esențiale pentru obținerea drojdiei comprimate de bună calitate este înlăturarea impurităților mecanice aflate în suspensie în melasă și distrugerea microorganismelor de infecție. Aceasta se realizează în instalațiile de pregătire a melasei.

Procesul de pregătire a melasei constă în executarea următoarelor operații:

— cîntărirea;
— diluarea;
— sterilizarea;
— limpezirea.

Cîntărirea melasei introdusă în fabricație este absolut necesară, deoarece numai în acest mod se poate stabili consumul real și randamentul de fabricație.

Diluarea se efectuează în scopul creșterii fluidității melasei. Aceasta este utilă, deoarece pe de o parte permite curgerea liberă a melasei prin conducte, iar pe de altă parte, ușurează sedimentarea impurităților mecanice aflate în suspensie.

Limpezirea melasei are un rol deosebit de important.

Dintre metodele de limpezire aplicate, cea mai apreciată este limpezirea în vase, cu adaos de acid sulfuric, superfosfat de calciu și prin aerarea (barbotarea cu aer) melasei.

Acidul sulfuric contribuie la limpezirea melasei în felul următor: În soluție, acidul sulfuric se disociază în radicalul SO_2—, și ionii de hidrogen $2H^-$ care au sarcină pozitivă. Coloizii din melasă au sarcină negativă. Datorită interacțiunilor ionilor de hidrogen și a coloizilor se produce coagularea coloizilor sub forma unor fulgi care se depun.

Pe lîngă acidul sulfuric, la limpezirea melasei mai contribuie și superfosfatul de calciu, care gelifică substanțele coloidale.

Deosebit de efectul de limpezire, acidul sulfuric acționează asupra sărurilor din melasă, eliberînd acizii organici și unele substanțe care stimulează dezvoltarea drojdiei.

La limpezirea melasei mai contribuie și barbotarea cu aer. În prezența aerului, unele substanțe colorante se oxidează și precipită. Dacă în timpul limpezirii nu se face aerarea melasei, acest fenomen are loc în vasul de multiplicare a drojdiilor, care capătă din această cauză o culoare închisă.

Barbotarea cu aer mai contribuie și la eliminarea din mediu a acizilor volatili care rezultă din acțiunea acidului sulfuric asupra unor substanțe din melasă.

După felul utilajelor folosite pentru limpezire în fabricile de drojdie se aplică unul din următoarele procedee de pregătire a melasei:

— procedeul de limpezire a melasei în vase;
— procedeul de limpezire a melasei cu ajutorul separatoarelor centrifugale.

Scanned with OKEN Scanner

A. PROCEDEUL DE LIMPEZIRE A MELASEI ÎN VASE

Acest procedeu este cel mai răspîndit în fabricile de drojdie.

În figura 180 este redată schema instalației de limpezire a melasei în vase.

Modul de lucru este următorul:

Cîntărirea. Din rezervorul de depozitare, prin conducta *1*, melasa este pompată în rezervorul *2*, instalat pe cîntarul *3*.

La fabricile care nu sînt dotate cu cîntare, măsurarea melasei se face volumetric după metoda arătată la fabricarea spirtului din melasă.

După cîntărire, din rezervorul *2*, prin curgere liberă, melasa este trecută în rezervorul *4*, care este prevăzut cu racorduri de apă, abur și aer. În acest rezervor, melasa este diluată cu apă, pînă la circa 60° Bllg și apoi este trecută în unul din rezervoarele *6*, care sînt de asemenea prevăzute cu racorduri de apă, abur, aer, racordurile *7* de eliminare a depunerilor și racordurile *8* pentru alimentarea vaselor de multiplicare a drojdiilor cu melasă limpede.

În vasul *6*, melasei i se adaugă acid sulfuric pînă la *p*H 4,5—5 și apoi se fierbe timp de 5—10 min.

Înainte de începerea fierberii în vasul de limpezire se adaugă 1,5—2 kg superfosfat de calciu pentru tona de melasă.

După fierbere, melasa este lăsată 3—4 ore pentru decantarea suspensiilor, apoi se poate începe alimentarea vaselor în care se multiplică drojdiile.

Volumul de melasă limpezită din vas se urmărește fie prin introducerea unei rigle gradate în vas, fie cu ajutorul unei sticle de nivel. După utilizarea melasei limpezite, sedimentul depus se evacuează la canal și vasul se spală înainte de o nouă utilizare.

Procedeul de pregătire a melasei, descris mai sus, prezintă și alte variante. Astfel, la unele fabrici care nu dispun de spații suficiente, nu se mai utilizează rezervorul intermediar *4*, diluarea melasei făcîndu-se în vasele de limpezire *6*.

O altă deosebire care poate să apară de la o fabrică la alta constă în gradul de diluație a melasei. La unele fabrici, melasa limpezită este diluată la 58—62°Bllg, iar la altele între 20—25°Bllg.

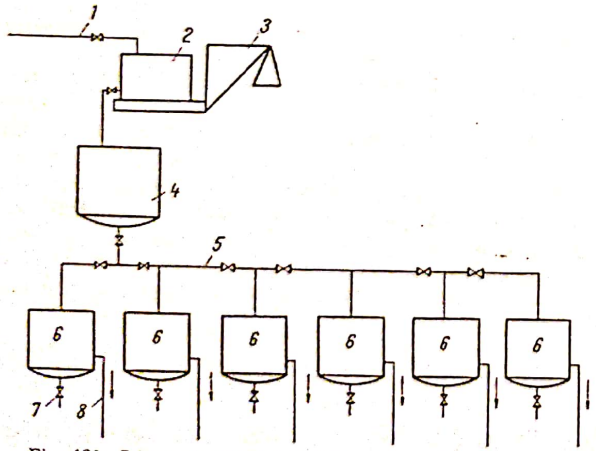


Fig. 180. Schema instalației de limpezire a melasei în vase.

Într-o melasă mai diluată se realizează o limpezire mai bună. Dezavantajul acestei metode constă însă în necesitatea de a folosi vase de limpezire cu un volum de 2,5—3 ori mai mare decît în cazul metodei de limpezire a melasei la o concentrație a acesteia mai ridicată.

Deosebit de cele de mai sus, este important să se rețină că fiecare vas de limpezire a melasei are corespondent un vas de multiplicare a drojdiei, numărul vaselor de limpezire fiind deci egal cu al celor de multiplicare a drojdiilor.

Volumul vaselor de cîntărire, a vaselor intermediare de diluare și cel al vaselor de limpezire este dimensionat în raport cu capacitatea de producție a fabricii.

Vasul de cîntărire poate avea un volum de 3—5 m³, cel de diluare 8—10 m³, iar vasele de limpezire de 10—15 m³.

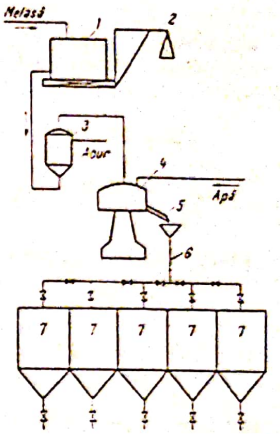


Fig. 181. Schema instalației de limpezire a melasei cu separator centrifugal.

B. PROCEDEUL DE LIMPEZIRE A MELASEI CU SEPARATOARE CENTRIFUGALE

În figura 181 este redată schema instalației de limpezire a melasei cu separator centrifugal.

Din rezervorul de cîntărire *1*, montat pe cîntarul *2*, melasa pătrunde în sterilizatorul *3* pe la baza acestuia.

Sterilizarea melasei se realizează cu abur direct la temperatura de 96...98°C. Melasa sterilizată se evacuează pe la partea superioară a sterilizatorului și apoi prin conducta de legătură în separatorul centrifugal *4*, în care concomitent se introduce și apă, cu un debit stabilit pentru realizarea unei concentrații de circa 66°Bllg.

Separatoarele centrifugale folosite sînt de tipul Alfa Laval.

Capacitatea de separare este de 1 800—2 000 kg/h.

Avantajul principal al folosirii separatoarelor centrifugale constă în realizarea unei productivități mult mai mari în raport cu vasele de limpezire.

De asemenea, separatoarele centrifugale ocupă un spațiu de producție mult mai mic decît vasele de limpezire.

Cu toate acestea, sînt fabrici care folosesc utilaje și tehnologii moderne și care preferă limpezirea melasei în vase (aceasta este o metodă clasică de limpezire).

Explicația constă în faptul că, în cazul limpezirii cu separatoare, melasa nu se tratează cu acid sulfuric și cu superfosfat de calciu, astfel că nu mai au loc fenomenele fizico-chimice care au fost descrise anterior și care contribuie la îmbunătățirea caracteristicilor melasei.

La fabricile care folosesc separatoare centrifugale, melasa limpezită se colectează într-un vas compartimentat. Fiecare din compartimentele *7* are legătură prin racordul *8* cu vasul de multiplicare a drojdiei pe care-l deservește.

Scanned with OKEN Scanner

C. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII

Pentru evitarea accidentelor la pregătirea melasei trebuie să se respecte următoarele:

— toate utilajele și vasele trebuie să fie prevăzute cu platforme de deservire cu mînă curentă;

— conductele de abur trebuie să fie izolate termic;

— dacă fabrica nu are instalație de transport și manipulare a acidului sulfuric la diferite puncte de consum din fabrică, diluarea acidului sulfuric și manipularea se vor face numai prin folosirea echipamentului de protecție corespunzător:

— trebuie să se acorde o deosebită grijă la montarea și închiderea cu carcasă de protecție a tamburului separatorului;

— pornirea separatorului se face numai după verificarea șuruburilor de prindere a tamburului și a celor de prindere a separatorului de postament.

Capitolul XL

PREPARAREA SOLUȚIILOR DE SĂRURI NUTRITIVE

A. ROLUL AZOTULUI ȘI AL FOSFORULUI LA FABRICAREA DROJDIEI

Pentru dezvoltare și multiplicare, celula de drojdie are nevoie de o serie de substanțe și elemente (N, C, H, O, P, S, K, Mg, Ca etc.).

Unele dintre substanțe ca: zaharoza, acizi organici, săruri de potasiu, calciu, magneziu etc., se găsesc în cantități suficiente în melasele normale, contribuind la formarea masei celulare de drojdie.

Dintre elementele principale necesare sintetizării substanței vii fac parte azotul și fosforul.

Azotul asimilabil se găsește în cantitate foarte redusă în melasă, iar fosforul lipsește aproape cu desăvîrșire.

Cînd aceste elemente se găsesc în mediu în cantitate insuficientă, randamentele scad considerabil, iar drojdia are o capacitate fermentativă redusă.

Pentru obținerea de randamente normale și putere fermentativă corespunzătoare la fabricarea drojdiei se adaugă în mediul de multiplicare săruri nutritive, care compensează lipsa de azot și fosfor a melasei.

B. CALCULUL NECESARULUI DE AZOT ȘI FOSFOR

La fabricarea drojdiei comprimate se folosesc ca sursă de azot sulfatul de amoniu sau apa amoniacală, iar ca sursă de fosfor — superfosfatul de calciu.

Pentru stabilirea cantităților de săruri nutritive, necesare la fabricarea unei șarje de drojdie, se ține seamă de următoarele elemente de calcul:

— Cantitatea de melasă cu 50% zaharoză, folosită pentru producerea unei șarje de drojdie.

— Randamentul în drojdie care se obține dintr-o anumită melasă.

— Conținutul de azot asimilabil al melasei.

— Pierderile de azot și de fosfor care au loc în timpul fabricației.

— Cantitatea de drojdie de însămînțare folosită.

— Conținutul de azot și fosfor al drojdiei de însămînțare.

— Conținutul de azot și de fosfor pe care trebuie să-l aibă drojdia finită.

— Conținutul de azot al sulfatului de amoniu sau al apei amoniacale.

— Conținutul de fosfor al superfosfatului de calciu.

Elementele de calcul relativ stabile sînt următoarele:

— conținutul în azot asimilabil al melasei care, în medie este de 0,4%;

— cantitatea de drojdie de însămînțare reprezintă 20% din greutatea melasei supusă prelucrării;

— conținutul în azot al drojdiei de însămînțare (drojdie maia), care este de circa 2,1% și în fosfor de 1,1% exprimat la drojdie presată;

— pierderile de fabricație care, în cazul azotului sînt de circa 7%, iar în cazul fosforului de circa 30%;

— conținutul în azot și fosfor al drojdiei finite (comerciale), care trebuie să fie de 1,8% (N) și 0,8% (P);

— conținutul de azot al sulfatului de amoniu care este de 21% și cel de P_2O_5 (pentaoxid de fosfor) al superfosfatului de calciu, care este de 16%.

1. CALCULUL NECESARULUI DE AZOT

Pentru exemplificare, în cele ce urmează se redă un exemplu de calcul al necesarului de azot.

Elementele de calcul:

— Cantitatea de melasă tip 50% zahăr necesară pentru o șarjă de drojdie	3 000 kg
— Conținutul în azot asimilabil al melasei	0,4%
— Randamentul mediu de fabricație	85%
— Cantitatea de drojdie maia folosită la însămînțarea mediului (20% față de melasă)	600 kg
— Conținutul în azot al drojdiei maia exprimat la drojdie presată	2,1%
— Conținutul de fosfor al drojdiei maia	1,1%
— Pierderi de azot în timpul fabricației	7%
— Pierderi de fosfor în timpul fabricației	30%
— Conținutul de azot al drojdiei finite	1,8%
— Conținutul de fosfor al drojdiei finite	0,8%
— Conținutul de azot al sulfatului de amoniu	21%

Cantitatea de drojdie comprimată care rezultă din 3 000 kg melasă este următoarea:

$$\frac{3\,000 \times 85}{100} = 2\,550 \text{ kg.}$$

La aceasta se mai adaugă 600 kg drojdie care s-a folosit pentru însămînțare, astfel că în final cantitatea totală de drojdie comprimată este de (2 550 + 600) = 3 150 kg.

Știind că în final drojdia trebuie să conțină 1,8% azot, cantitatea totală de azot din 3 150 kg drojdie trebuie să fie de:

$$\frac{3\,150 \times 1{,}8}{100} = 56{,}70 \text{ kg.}$$

La această cantitate de azot se mai adaugă pierderea de 7%, care este de

$$\left(\frac{56{,}70 \times 7}{100}\right) = 3{,}97 \cong 4 \text{ kg.}$$

Prin urmare, cantitatea totală de azot necesară este de (56,70 + 4) = = 60,70 kg.

Această cantitate de azot se diminuează cu cantitatea de azot asimilabilă care se află în melasă:

$$\frac{3\,000 \times 0{,}4}{100} = 12 \text{ kg.}$$

și cu cantitatea de azot care se află în drojdia maia:

$$\frac{600 \times 2{,}1}{100} = 12{,}6 \text{ kg.}$$

Cantitatea efectivă de azot care trebuie să fie adăugată cu sulfatul de amoniu este deci de:

$$60{,}7 - (12 + 4{,}8) = 43{,}90 \text{ kg.}$$

Cantitatea necesară de sulfat de amoniu cu conținut de 21% azot este de:

$$\frac{43{,}90 \times 100}{21} = 171{,}9 \text{ kg.}$$

2. CALCULUL NECESARULUI DE FOSFOR

În mod analog se calculează și necesarul de fosfor. Folosind elementele de calcul și datele din exemplul de mai sus rezultă următoarele:

— În cantitatea totală de 3 150 kg drojdie finită trebuie să se găsească

$$\frac{3\,150 \times 0{,}8}{100} = 25{,}2 \text{ kg } P_2O_5$$

La aceasta se adaugă pierderile de fosfor de 30% care au loc în timpul desfășurării procesului tehnologic, care sînt de:

$$\frac{25{,}2 \times 30}{100} = 7{,}56 \text{ kg } P_2O_5.$$

Necesarul total de fosfor este de 25,2 + 7,56 = 32,76 kg.

Din această cantitate se scade fosforul care este adus cu cele 600 kg de drojdie maia:

$$\frac{600 \times 1{,}1}{100} = 6{,}6 \text{ kg } P_2O_5.$$

Rezultă că efectiv în mediul de multiplicare al drojdiilor trebuie să se introducă (32,76—6,6) = 26,16 kg fosfor.

La această cantitate de fosfor corespunde următoarea cantitate de superfosfat de calciu cu 16% P_2O_5:

$$\frac{26{,}16 \times 100}{16} = 157{,}20 \text{ kg.}$$

Din cele expuse mai sus trebuie să se rețină faptul că în vederea obținerii de randamente corespunzătoare și calitate bună a drojdiei este necesar să se asigure cantitățile necesare de azot și fosfor.

Pe lîngă aceste elemente, un rol important îl are și magneziul.

Pentru buna desfășurare a procesului tehnologic în cazul prelucrării de melase normale cînd se contează pe obținerea de randamente maxime în drojdie, cantitățile de azot, fosfor și magneziu necesare, raportate la greutatea drojdiei comprimate (cu 27% substanță uscată), trebuie să fie următoarele:

— Azot (N_2) ..... 1,6—1,8 %
— Fosfor (P_2O_5) ..... 0,6—0,8 %
— Magneziu (MgO) ..... 0,1—0,15%

C. INSTALAȚIA DE PREPARARE A SOLUȚIEI DE SĂRURI NUTRITIVE

Utilajul principal al instalației este vasul de solubilizare a sărurilor nutritive.

Acesta se construiește din fier sau din tablă antiacidă.

Soluția de săruri nutritive fiind corosivă, vasele din tablă de fier se uzează într-un timp scurt, fiind necesare dese reparații. Din această cauză ele sînt înlocuite cu vase de solubilizare din material antiacid.

Vasele metalice sînt de formă paralelipipedică conice la partea inferioară, sau de formă cilindrică cu fund oblic (înclinat).

Vasele de solubilizare perfecționate sînt prevăzute cu agitator mecanic cu o conductă pentru evacuarea aburului care se formează în timpul fierberii și au fundul ușor înclinat pentru a se putea evacua cu ușurință reziduul insolubil.

Instalațiile clasice de preparare a soluției de săruri sînt alcătuite numai din vase de solubilizare.

În cazul acestor instalații, după solubilizarea prin fierbere a sărurilor nutritive și după decantare, soluția este folosită direct din vasul de solubilizare, pentru alimentarea vaselor de multiplicare a drojdiilor.

Dezavantajul acestor instalații constă în faptul că pentru fiecare vas de multiplicare a drojdiilor trebuie să existe cîte un vas de solubilizare a sărurilor, care are rol totodată și de vas de alimentare.

În această situație, productivitatea vaselor de solubilizare este foarte scăzută.

În afară de aceasta, reziduul insolubil poate fi antrenat în restul instalațiilor provocînd înfundarea conductelor, ventilelor, duzelor separatoarelor de drojdie etc.

În figura 182 este redată o instalație modernă de preparare a soluției de săruri nutritive. Aceasta se compune din unul sau două vase de solubilizare a sărurilor *1*, pompa de soluție de săruri *2*, unul sau două vase de depozitare a soluției de săruri *3*, pompa de soluție de săruri *4* și vasele de dozare cu soluție de săruri *5*, care sînt egale la număr, cu numărul vaselor de multiplicare.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

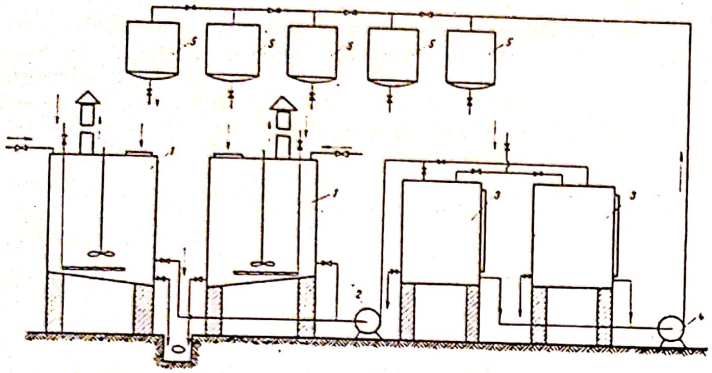


Fig. 182. Instalație pentru prepararea soluției de săruri nutritive.

D. MODUL DE PREPARARE A SOLUȚIEI DE SĂRURI NUTRITIVE

Prin racordul de apă se introduce în vasul de solubilizare cantitatea de apă necesară.

Pentru fiecare kg de sare nutritivă se folosesc 10—12 l de apă, în care se introduce circa 100 ml acid sulfuric concentrat la hectolitru de apă.

Se introduce apoi cantitatea de superfosfat stabilită prin calcul. În timpul introducerii sărurilor, agitatorul este pus în funcțiune.

Alimentarea vasului de solubilizare cu superfosfat de calciu și sulfat de amoniu se face de la un palier superior printr-o conductă de alimentare cu diametrul de 250—300 mm.

Cînd instalația de preparare a sărurilor se află la parter, alimentarea vaselor de solubilizare se poate efectua și cu ajutorul unui șnec sau a unei benzi transportoare.

După introducerea superfosfatului de calciu se începe fierberea cu abur direct. Fierberea durează 20 min, în care timp, cu aproximativ 5 min înainte de terminarea fierberii, se introduce și sulfatul de amoniu.

În timpul fierberii, pentaoxidul de fosfor (P_2O_5) care este solubil trece în soluție.

Sulfatul de calciu și alte impurități insolubile din superfosfatul de calciu se depun formînd reziduul insolubil. Sulfatul de amoniu este complet solubil.

Pentru decantarea soluției de săruri nutritive este necesară o durată de 3—4 ore, după care aceasta se poate folosi pentru alimentarea vaselor de multiplicare a drojdiilor.

După cum s-a arătat mai sus, în situația instalațiilor vechi care nu au rezervoare de depozitare și rezervoare de dozare a soluției de săruri, alimentarea vaselor de multiplicare a drojdiilor se face direct din vasul de solubilizare, printr-un racord care pătrunde în interiorul vasului deasupra stratului de reziduu insolubil.

În cazul instalațiilor moderne sînt eliminate dezavantajele arătate la instalațiile vechi.

După decantare, soluția limpede este trecută cu ajutorul unei pompe în unul din rezervoarele de depozitare.

Din rezervorul de depozitare, cu o altă pompă, soluția este distribuită în vasele de dozare, fiecare vas de dozare deservind un vas de multiplicare a drojdiilor. Vasele de dozare sînt prevăzute cu sticle de nivel sau cu rigle gradate pentru a se putea urmări volumul de soluție întrebuințată.

Deoarece reziduul din vasul de solubilizare mai conține pentaoxid de fosfor și sulfat de amoniu dizolvat, acesta trebuie să fie pe cît posibil epuizat.

În acest scop, după scoaterea din vas a soluției, peste reziduu se introduce circa 70% din apa necesară pentru o fierbere, se barbotează cu abur circa 5 min, se lasă să sedimenteze aproximativ o oră, după care apa de spălare se trece într-un rezervor-tampon.

Reziduul spălat se evacuează la canal prin antrenare cu apă. Apa de spălare este apa folosită pentru următoarea fierbere de săruri.

La fabricile care folosesc ca substanță azotată pentru drojdii apa amoniacală în loc de sulfat de amoniu, soluția de superfosfat de calciu se obține după cum a fost arătat mai sus.

Pentru a preveni dezvoltarea unor microorganisme, soluțiile de săruri trebuie să fie menținute la temperatura de 65...70°C. În acest scop, vasele de dozare trebuie să fie dotate cu serpentine de abur.

E. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII

Pentru evitarea accidentelor trebuie să se respecte următoarele norme și măsuri:

— vasele de solubilizare a sărurilor, cele de depozitare și cele de dozare a soluției de săruri trebuie să fie prevăzute cu platforme de deservire și cu mînă curentă;

— ventilele de pe conductele de apă, abur și acid sulfuric trebuie să fie montate la o înălțime potrivită și în poziții ușor accesibile;

— vasele cu soluție de săruri să fie prevăzute cu guri de vizitare cu capac, care trebuie să fie închise;

— dacă se impune accesul în interiorul vasului de solubilizare pentru reparații, acesta trebuie mai întîi golit, apoi se oprește agitatorul.

APLICAȚII

1. Să se determine necesarul de sulfat de amoniu cu 21% azot pentru cantitatea de 4 000 kg melasă cu 50% zahăr avînd următoarele elemente:
   — randamentul de fabricație 87%;
   — conținutul de azot asimilabil melasei 0,4%;
   — cantitatea de drojdie maia folosită 800 kg;
   — conținutul în azot al drojdiei maia 2,1%;
   — pierderile de azot în timpul fabricației 7%;
   — conținutul de azot al drojdiei finite 1,8%.

   R: 236,33 kg sulfat de amoniu cu 21% N.

Scanned with OKEN Scanner

2. Să se determine necesarul de superfosfat de calciu cu 16% P_2O_5 pentru aceeaşi cantitate de melasă din exerciţiul de mai sus, avînd în vedere următoarele:
— conţinutul de fosfor al drojdiei maia este de 0,8%;
— pierderile de fosfor în timpul fabricaţiei sînt de 30%;
— conţinutul de fosfor al drojdiei finite este de 0,8%.

R: 223,18 kg superfosfat de calciu cu 16% P_2O_5.

Capitolul XLI

PREPARAREA CULTURII PURE DE DROJDII ÎN LABORATOR

A. MEDII DE CULTURĂ PENTRU DROJDII

Mediile de cultură pentru drojdii sînt lichide şi solide.

Indiferent de starea lor, mediile de cultură trebuie să conţină toate substanţele nutritive şi elementele de creştere care să permită obţinerea unei drojdii viguroase.

De asemenea, aceste medii trebuie să fie sterile, să aibă un *p*H optim dezvoltării drojdiilor şi să nu conţină substanţe inhibitoare pentru drojdii.

1. MEDII DE CULTURĂ LICHIDE

În fabricile de spirt şi drojdie comprimată se întrebuinţează ca medii de cultură lichide mustul de malţ sau de melasă.

Cel mai utilizat este mustul de malţ, deoarece conţine toate elementele necesare dezvoltării drojdiilor în bune condiţii.

Mustul de malţ se prepară astfel: se amestecă 1 parte făină de malţ cu 4 părţi apă potabilă într-un vas smălţuit. După omogenizare, amestecul este trecut în aparatul de plămădire (de zaharificare).

Aparatul de plămădire se compune dintr-un vas, construit din tablă antiacidă sau din cupru; acesta este aşezat pe o sită metalică, în interiorul altui vas.

Prin conductă se introduce apă caldă cu temperatura de 80...85°C şi printr-o altă conductă apă rece, pentru realizarea temperaturii necesare în interiorul vasului.

Amestecul de făină de malţ şi apă, omogenizat, se introduce în vas, unde se încălzeşte treptat pînă la 50°C. La această temperatură, care se urmăreşte cu termometrul, amestecul este menţinut 30—45 min, timp în care se agită în permanenţă.

Scopul principal al acestei operaţii este de a se crea condiţii optime enzimelor proteolitice de a transforma substanţele proteice în compuşi mai simpli, ce sînt asimilaţi de către drojdie ca aliment azotat.

În continuare (de la 50°C), temperatura se ridică treptat cu cîte un grad pe minut, pînă la 70°C, la care plămada se menţine circa 30 min, pentru

zaharificarea amidonului,. Zaharificarea se constată prin adăugarea, peste o picătură de plămadă pusă pe o placă de faianţă albă, a unei picături de soluţie de iod diluată.

Dacă culoarea nu se schimbă, înseamnă că zaharificarea este bună. O coloraţie albastră-violetă sau roşiatică indică prezenţa amidonului sau a dextrinelor nezaharificate şi, în acest caz, zaharificarea trebuie să fie continuată.

După zaharificare, volumul plămezii se completează la cel iniţial cu apă potabilă, apoi se filtrează, obţinîndu-se astfel mustul de malţ.

Concentraţia mustului trebuie să fie de 11,5—12,5°Bllg. Mustul de malţ se repartizează în baloane Erlenmeyer curate de 100—300—500—1 000 şi 5 000 ml.

În fiecare balon se introduce o cantitate de must egală cu jumătate din capacitate.

Baloanele se astupă cu dopuri de vată care se acoperă cu o hîrtie pergaminată şi se sterilizează în autoclav. Sterilizarea cu abur se efectuează la suprapresiune de 0,5 at, timp de 20—30 min, de 2—3 ori, la interval de 24 de ore.

Mustul de malţ astfel pregătit şi sterilizat poate fi folosit pentru multiplicarea drojdiilor.

Pentru siguranţă, niciodată mustul de malţ nu se va folosi în ziua în care s-a făcut ultima sterilizare.

Baloanele cu must de malţ sterilizat trebuie să fie lăsate cel puţin 3—4 zile la temperatura camerei. Dacă mustul rămîne limpede, rezultă că sporii de microorganisme străine au fost distruşi. Aspectul tulbure al mustului denotă existenţa unei infecţii şi, ca atare, aceste musturi nu trebuie folosite.

După prima sterilizare, în mustul de malţ apare un sediment care se datoreşte precipitării unor substanţe proteice.

De obicei, pentru a elimina îndoiala asupra purităţii biologice a mustului, acesta se filtrează din nou, după prima sterilizare şi apoi se efectuează cele două sterilizări la interval de 24 de ore.

Mustul de malţ preparat ca mai sus se foloseşte la multiplicarea drojdiilor de cultură pură, în fazele de laborator, cît şi la prepararea mediilor de cultură solide.

Mediul de cultură din melasă se obţine prin diluarea melasei la 12—13°Bllg, adăugarea de soluţie de săruri nutritive obţinute din dizolvarea a 8 g sulfat de amoniu şi 4 g superfosfat de calciu pentru 1 kg de melasă şi apoi sterilizarea repetată a mustului.

2. MEDII DE CULTURĂ SOLIDE

Mediile de cultură solide se prepară din must de malţ, care se aduce la temperatura de circa 90°C, şi căruia i se adaugă 2—3% agar (geloză).

După dizolvarea agarului, mediul obţinut se repartizează după necesitate în baloane Erlenmeyer de 100 ml, în eprubete sau în capsule Petri.

Acestea se astupă cu vată, iar capsulele Petri cu capacele proprii, şi apoi se sterilizează 20 min la 1 daN/cm².

După răcire, datorită agarului, mediul se solidifică, devenind astfel mediu de cultură solid.

Din aceleaşi motive arătate la mustul de malţ, mediul de cultură solid se foloseşte după 4—5 zile de la preparare.

Scanned with OKEN Scanner

B. MULTIPLICAREA DROJDIILOR ÎN FAZELE DE LABORATOR

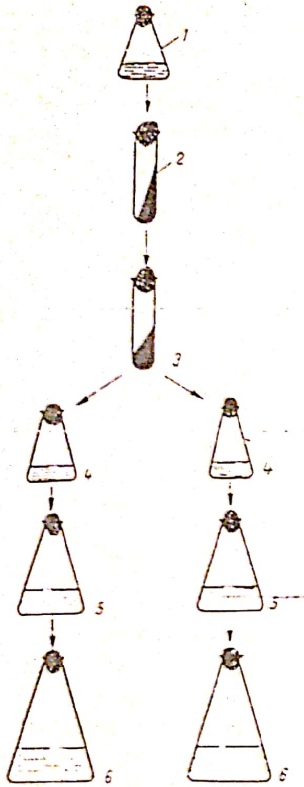


Fig. 183. Schema de preparare a culturii pure de laborator.

Această primă etapă de multiplicare a drojdiilor prezintă o importanță deosebită pentru obținerea de rezultate corespunzătoare în fabrică.

Laboratorul de microbiologie trebuie să se îngrijească în permanență de a conserva corespunzător cultura uriașă și de a o feri de infecții cu microorganisme străine, deoarece o cultură de laborator infectată poate să ducă pînă la rebutarea șarjelor, la fabricarea drojdiei comprimate, sau la randamente foarte scăzute, la fabricarea spirtului.

În figura 183 este redată schema de preparare a culturii pure de laborator. Modul de lucru este următorul:

Din cultura de bază *1* (cultură uriașă) a fabricii, cu durată de folosire de 3 luni, se prepară o dată pe lună cultura *2*, iar din aceasta o dată pe săptămînă cultura *3*.

Rezultă deci că din cultura uriașă se pot prepara maximum 3 culturi în 3 luni consecutive, iar din culturile lunare cîte 4 culturi în 4 săptămîni consecutive. Toate culturile de mediu solid se păstrează în frigider la o temperatură cuprinsă între 2 și 5°C.

În continuare încep fazele propriu-zise de multiplicare a drojdiei de cultură în mediu lichid pentru fabrică.

Multiplicarea drojdiei se efectuează în trei faze:

În faza întîi (*4*) se inoculează drojdia din cultura de o săptămînă, în cîte două vase Erlenmeyer de 100 ml, fiecare conținînd circa 30 ml must de malț sterilizat.

Aceste două vase se introduc în termostat la temperatura de 27...29°C. Fermentarea durează 24 de ore.

În faza a doua (*5*), conținutul din fiecare vas de 100 ml este trecut în două vase mijlocii de cîte 500 ml, care conțin cîte 250 ml must de malț sterilizat. Și aceste vase sînt introduse în termostat, unde are loc fermentarea mustului timp de 24 de ore la 27...29°C.

În faza a treia (*6*), drojdiile din vasele mijlocii sînt trecute în două vase Erlenmeyer de 5 000 ml, fiecare conținînd 2,5—3 l plămadă sterilizată.

Fermentarea în aceste două vase are o durată de 24 de ore la temperatura de 27...30°C.

Drojdia acumulată în aceste două vase reprezintă cultura pură de laborator, care se folosește pentru însămînțarea mediului nutritiv din primul vas de cultură pură din fabrică.

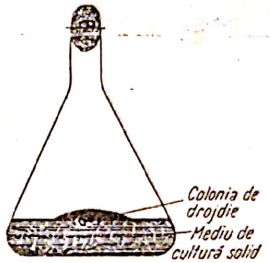


Fig. 184. Cultura „uriașă" de drojdie (*Saccharimyces cerevisiae*).

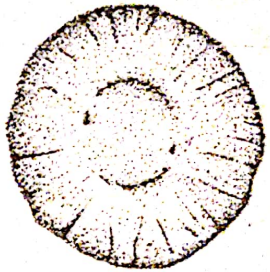


Fig. 185. Cultura „uriașă" de drojdie, vedere în plan orizontal.

În cele ce urmează se descriu principalele noțiuni și reguli de microbiologie tehnică în legătură cu prepararea, manipularea și multiplicarea culturii pure de laborator.

Cultura uriașă (cultura de bază) se prepară pe mediu solid agar-must de malț, în vase Erlenmeyer sau în eprubete.

În figura 184 este prezentată o cultură uriașă preparată pe mediu solid într-un vas Erlenmeyer de 100 ml.

Colonia de drojdie *Saccharomyces cerevisiae* are forma prezentată în figura 185.

Cultura uriașă se păstrează la întuneric la temperatura de 2...5°C, astupată în permanență cu un dop de vată sterilizat.

Durata de folosire a acestei culturi este de maximum 3 luni, după care se reîmprospătează.

Cultura de o lună și cultura de o săptămînă se prepară în eprubete cu mediu nutritiv solid, care se solidifică în plan înclinat (fig. 186).

În figura 187 este redat aspectul unei culturi de drojdie preparată în eprubetă. Forma în zigzag a culturii se realizează la însămînțare cu ajutorul vîrfului de platină al ansei cu care se ia drojdia din cultura de bază.

Și aceste culturi se păstrează la rece între 2 și 5°C.

Fig. 186. Cultura de drojdie pe mediu solid înclinat — vedere în secțiune.

Fig. 187. Aspectul unei culturi de drojdie în eprubetă — vedere în plan orizontal.

Necesitatea preparării culturii cu durata de folosire de o lună și a celei de o săptămînă constă în următoarele:

— prin multiplicarea succesivă a drojdiilor provenite din cultura uriașă, în eprubeta cu durata de folosire de o lună și în eprubeta cu durata de folosire de o săptămînă, se realizează noi generații de celule tinere care au o energie vitală mare;

— dacă se folosește cultura uriașă pentru inocularea directă a baloanelor cu must de malț din prima fază de multiplicare a drojdiilor, există pericolul infectării culturii uriașe), mai ales cînd aceasta este folosită zilnic.

În scopul menținerii purității biologice a culturilor de drojdie sînt obligatorii următoarele condiții și reguli de manipulare:

— încăperea în care se execută culturile trebuie să fie menținută foarte curată;

— în timpul preparării culturilor, ușile și ferestrele încăperii trebuie să fie închise, pentru evitarea curenților de aer, care vehiculează microorganismele infectante;

— igiena microbiologului trebuie să fie ireproșabilă;

— operațiile de trecere a culturii de drojdie dintr-un vas în altul se execută în apropierea unei flăcări deschise, care împiedică pătrunderea microorganismelor din aer în cultura de drojdie;

— dopurile de vată ale baloanelor sau eprubetelor care conțin cultura pură de drojdie trebuie să fie trecute prin flacără, atît la deschidere cît și la închiderea acestora;

— în timpul păstrării culturilor, dopurile de vată se protejează prin învelire cu hîrtie pergaminată;

— la fiecare operație de preparare a culturilor, drojdiile sînt examinate la microscop, cu scopul de a se evita folosirea lor în producție, cînd sînt infectate;

— în timpul multiplicării drojdiilor pe must de malț, baloanele în care are loc fermentarea trebuie să fie agitate cel puțin o dată la 8 ore, pentru eliminarea excesului de bioxid de carbon din mediu.

Înainte de introducerea în fabricație, cultura pură de laborator din cele două vase se analizează (aspect, puritate microbiologică și număr de celule moarte), pentru a avea siguranța că este corespunzătoare.

Drojdia de cultură dintr-un vas cu mediu lichid — în care fermentarea a fost terminată — trebuie să fie sedimentată într-un strat compact pe fundul vasului.

Cînd drojdia este răspîndită în masa lichidului și aglomerată în flocoane vizibile, denotă faptul că mediul de cultură a fost infectat.

Rolul examenului microscopic este de a constata dacă cultura de drojdie nu a fost infectată cu alte microorganisme (drojdii sălbatice, bacterii sau mucegaiuri) care pot fi identificate la microscop. Se observă totodată forma și aspectul celulelor de drojdie, acestea fiind elemente importante în aprecierea calității culturii pure de drojdii.

Celulele de drojdii moarte se identifică cu ajutorul metodei de colorare cu soluție de albastru de metilen. În mod normal, celulele moarte nu trebuie să depășească 5% din totalul celulelor de drojdie.

C. PREPARAREA CULTURII PURE DE DROJDIE ÎN FABRICĂ

Drojdia care se obține în primele două faze de multiplicare alcătuiește cultura pură de fabrică.

Această drojdie trebuie să îndeplinească condițiile unei culturi pure, deoarece se obține într-un mediu nutritiv sterilizat, în vase ermetic închise, fiind ferită cu deosebită grijă de infectarea cu microorganisme străine.

Este deosebit de grav faptul cînd drojdia de cultură pură se infectează. În aceste situații, practic multiplicarea în celelalte faze nu mai poate fi continuată, deoarece microorganismele de infecție se pot dezvolta în asemenea măsură încît să compromită total calitatea drojdiei finite care nu poate fi utilizată.

1. INSTALAȚIA PENTRU PREPARAREA CULTURII PURE DE DROJDIE

În figura 188 este redată instalația de preparare a culturilor de drojdie în fabrică.

Aceasta este formată din vasul *A*, în care se desfășoară prima fază de multiplicare a drojdiilor de cultură pură preparată în laborator, și vasul *B*, în care are loc a doua fază de multiplicare.

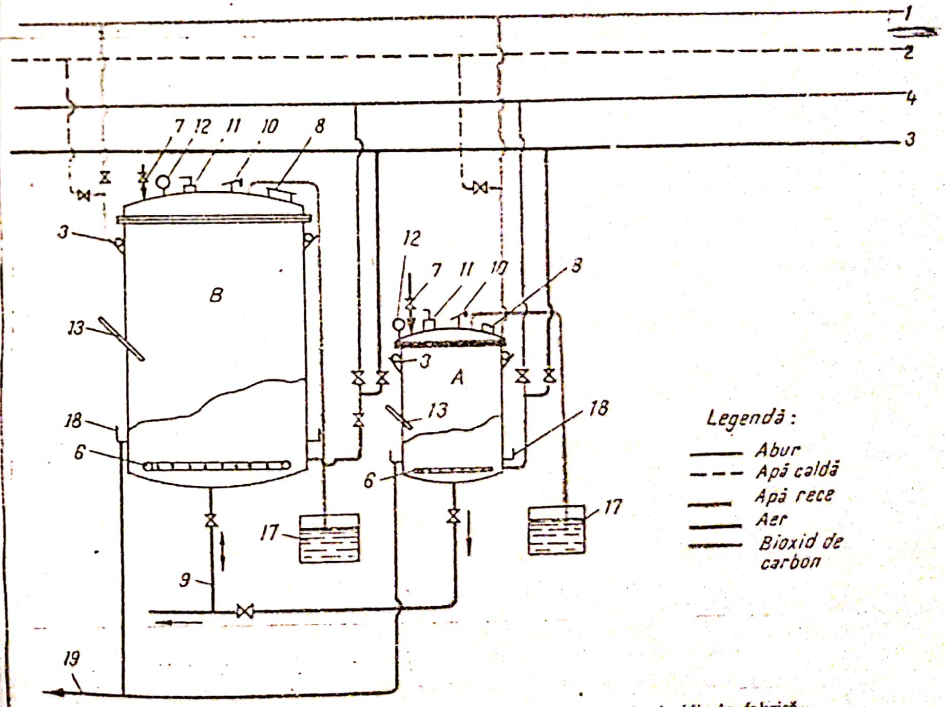


Fig. 188. Instalația pentru prepararea culturii pure de drojdie în fabrică.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Aceste vase se construiesc de obicei din tablă de cupru și sînt prevăzute cu următoarele accesorii:

— Racordul de apă rece *1* și racordul de apă caldă *2*, care sînt în legătură, astfel că în spira exterioară de răcire *3*, care este perforată spre pereții vasului, să se poată introduce după necesitate apă cu temperatura dorită.

— Racordul *4* pentru abur și racordul *5* pentru aer care de asemenea sînt în legătură, pentru ca în spira perforată *6* care se găsește montată la circa 10 cm deasupra fundului vasului să se poată introduce aer pentru aerarea mediului sau abur pentru sterilizarea acestuia, înainte de însămînțare cu drojdie. Mediul nutritiv se introduce prin racordul *7*.

Vasele mai sînt prevăzute cu gura de vizitare *8* de pe capac, racordul *9* de însămînțare cu cultura de laborator a mediului din vasul *1*, supapa de suprapresiune *10*, supapa de vacuum *11*, manometrul *12*, termometrul *13*, robinetul de luare a probelor *14*, vizorul *15*, conducta de eliminare a bioxidului de carbon *16*, care pătrunde în vasul cu închidere hidraulică (cu apă) *17*.

Apa de răcire care se prelinge pe pereți în exterior este colectată de jgheabul *18* și eliminată la canal prin conducta *19*.

Legătura între cele două vase se realizează prin conducta *20*.

Construcția acestor vase este asemănătoare cu a celor care se folosesc pentru prepararea cuibului de drojdie la fabricarea spirtului din melasă.

Capacitatea acestor vase este variabilă, fiind dimensionată în raport cu capacitatea de producție a fabricii.

Vasele pentru prima fază de multiplicare au un volum de 150—400 l, iar vasele pentru faza a II-a de multiplicare, de 1 000—2 500 l. În medie, raportul dintre volumul primului vas și volumul celui de-al doilea vas este de 1 la 10.

2. MODUL DE LUCRU ÎN FAZA I DE MULTIPLICARE A DROJDIILOR

Vasul de multiplicare este mai întîi curățat, spălat și sterilizat cu abur și formalină după care se prepară mediul nutritiv, care reprezintă 40% din volumul geometric al vasului.

Mediul nutritiv, denumit uzual plămadă, constă din melasă diluată cu apă potabilă la concentrația de 14°Bllg.

În plămadă se introduce soluția de săruri nutritive obținută prin solubilizarea sulfatului de amoniu și a superfosfatului de calciu.

Pentru fiecare litru de plămadă de melasă se calculează 2—2,5 g sulfat de amoniu și 4—5 g superfosfat de calciu.

De asemenea, pentru combaterea spumei se introduc 100—150 ml acizi grași pentru 1 hl plămadă.

Plămada se acidulează cu acid sulfuric în prealabil diluat, pînă la 1,1—1,2 grade de aciditate sau *p*H 4,5—4,8.

La fabricarea drojdiei comprimate, prin grad de aciditate se înțelege aciditatea din 100 ml plămadă care se neutralizează cu 1 ml soluție normală de NaOH.

Plămada astfel obținută cu o concentrație de 13,5—14°Bllg se sterilizează cu abur direct timp de o oră, după care se răcește cu ajutorul sistemului exterior de răcire la 28...30°C.

După sterilizare, plămada are o concentrație de circa 12°Bllg, iar volumul acesteia este cu circa 15% mai mare decît volumul dinainte de sterilizare, datorită condensării parțiale a aburului.

Se procedează apoi la însămînțarea plămezii, cu cultura pură de laborator. Aceasta se introduce prin racordul *1* de însămînțare la protecția unei flăcări deschise, realizată cu un tampon de vată înmuiată în spirt.

În timpul însămînțării cu cultura de laborator, plămada este barbotată moderat cu aer filtrat pentru a se împiedica pătrunderea aerului în vas prin racordul de însămînțare.

În prima oră de fermentare, plămada este barbotată cu aer filtrat.

Atunci cînd este necesar să se impulsioneze multiplicarea drojdiilor, aerarea mai poate continua încă o oră.

Fermentarea durează 20—24 de ore, la temperatura de 28...30°C, timp în care multiplicarea drojdiilor are loc în paralel cu transformarea zahărului în alcool și bioxid de carbon.

Deoarece în această fază drojdia se multiplică în mediu alcoolic și în majoritatea timpului fără aerare, randamentul în drojdie presată cu 27% substanță uscată este de 8—10% în greutate față de greutatea melasei care se folosește la formarea plămezii.

La sfîrșitul perioadei de fermentare, plămada are o concentrație de 4—4,4°Bllg, circa 4% alcool și 1,8—2,2 grade de aciditate.

În timpul perioadei de fermentare, din 4 în 4 ore, se execută controlul acidității gradului Bllg, temperatura și examenul microscopic al plămezii.

3. MODUL DE LUCRU ÎN FAZA A II-a DE MULTIPLICARE A DROJDIILOR

Înainte de terminarea perioadei de multiplicare a drojdiei din faza întîi se pregătește vasul și plămada pentru faza a II-a de multiplicare.

Plămada de melasă se prepară la o concentrație de circa 12°Bllg și se acidulează cu acid sulfuric la 1,2—1,4 grade de aciditate sau *p*H 4,5—4,8.

Pentru fiecare litru de plămadă se adaugă circa 8 g sulfat de amoniu și 12 g superfosfat de calciu. Cantitatea necesară de săruri nutritive se introduce în melasă în timpul pregătirii, înainte ca aceasta să fie folosită pentru formarea plămezii.

După adăugarea acizilor grași (100 ml/1 hl), plămada se sterilizează cu abur direct timp de o oră.

Prin condensarea parțială a aburului direct folosit pentru sterilizare, volumul plămezii crește cu 10—12%. Concentrația plămezii scade la circa 10°Bllg.

După răcire la 28...30°C, plămada se însămînțează cu drojdia din faza întîi de multiplicare.

Trecerea drojdiei se face prin conducta de legătură dintre cele două vase, care în prealabil este sterilizată cu abur.

Plămada astfel însămînțată cu drojdie din faza întîi de multiplicare are o concentrație de 9,2—9,6°Bllg.

Aciditatea rămîne practic neschimbată, deoarece cu cît scade prin diluarea mediului datorită condensării aburului în timpul sterilizării, cu atît crește prin aciditatea adusă cu drojdia din faza întîi de multiplicare.

Durata de multiplicare a drojdiilor în această fază este de 10—12 ore, la temperatura de 29...30°C. În tot timpul procesului, plămada este barbotată cu o cantitate de 25 m^3 aer/m^3 plămadă și oră.

Scanned with OKEN Scanner

La sfîrşitul perioadei de multiplicare, plămada are următoarele caracteristici:

Concentraţia	3,6—3,8°Bllg
Aciditatea	1,8—2,4 grade aciditate
Alcool	2,5—3%

În această fază, randamentul în drojdie presată, cu 27% substanţă uscată, este de 20—24% faţă de greutatea melasei.

Acest randament este mai mare decît cel care rezultă în prima fază de multiplicare, deoarece aerarea mediului se face permanent.

Cu faza a II-a de multiplicare a drojdiilor se încheie pregătirea culturii pure de fabrică.

În aceste faze de multiplicare nu interesează randamentul în drojdie. Scopul principal este ca drojdia care se formează să-şi păstreze capacitatea de fermentare şi să fie ferită de infecţii. După cum s-a arătat mai înainte, aceste condiţii se realizează prin multiplicarea celulelor concomitent cu fermentaţia alcoolică şi prin aciditatea ridicată a mediului.

Odată ce caracterul de a fermenta energic a fost fixat şi drojdia este lipsită de microorganisme de infecţie, se poate trece la multiplicarea masivă a drojdiilor în fazele a III-a, a IV-a şi a V-a.

D. FAZA A III-a DE MULTIPLICARE A DROJDIILOR

Multiplicarea în continuare a drojdiilor se deosebeşte în această fază de primele două prin următoarele:

— Plămada de melasă nu se introduce dintr-o dată în vasul de multiplicare. La început se foloseşte numai o parte din plămadă, iar restul se foloseşte pentru alimentarea continuă a vasului, în cursul desfăşurării procesului de multiplicare a drojdiilor.

— Vasul de multiplicare nu este ermetic închis.

— Plămada de melasă nu se sterilizează în vasul de multiplicare.

— Cantitatea de aer care se foloseşte pentru aerarea mediului este mai mare, deoarece, începînd cu această fază, se urmăreşte acumularea de mai multă masă de drojdie.

— Concentraţia plămezii este mai redusă decît în fazele precedente, aceasta favorizînd multiplicarea drojdiilor.

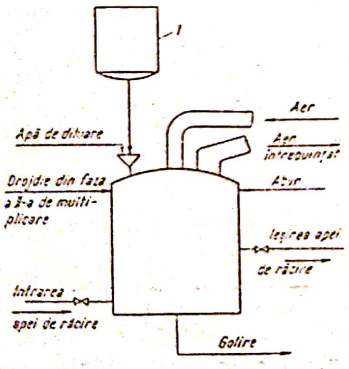


Fig. 189. Schema instalaţiei pentru faza a III-a de multiplicare a drojdiilor.

1. INSTALAŢIA PENTRU FAZA A III-a DE MULTIPLICARE A DROJDIILOR

În figura 189 este redată schema instalaţiei care se compune din vasul *1* de alimentare cu melasă şi vasul *2*, care uzual este denumit lin pentru înmulţirea drojdiei.

Linul este prevăzut cu racorduri de alimentare cu melasă, apă de diluare, de intrare şi ieşire a apei de răcire, de intrare a aerului în sistemul de aerare şi de ieşire a aerului uzat, de însămînţare cu drojdie de cultură pură din faza a II-a, de abur şi de golire.

Linul pentru înmulţirea drojdiei în faza a III-a este de formă cilindrică sau paralelipipedică. Sînt preferate linurile cilindrice, deoarece s-a constatat că distribuţia aerului dispersat în mediu prin sistemul de aerare este mai bună decît în cazul linurilor de formă paralelipipedică.

În figura 190 este redată cu detalii construcţia linului. Melasa în care s-au dizolvat sărurile nutritive este adusă din rezervorul de pregătire prin conducta *1*, iar apa de diluare prin conducta *2*.

În pîlnia *3* se efectuează diluarea melasei. Concentraţia cu care trebuie să pătrundă plămada în lin se realizează prin stabilirea raportului ce trebuie să existe între debitul de melasă şi cel de apă. Omogenizarea soluţiei se realizează în pîlnie. Plămada proaspătă de melasă este dirijată prin conducta *4* spre zona inferioară a linului, unde agitarea fiind mai puternică asigură o dispersare mai rapidă a acesteia.

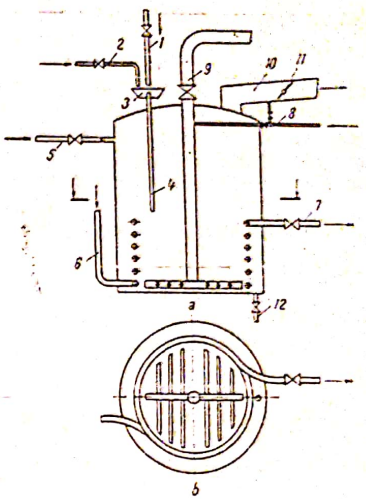


Fig. 190. Lin pentru faza a III-a de multiplicare a drojdiilor.

Drojdia de cultură pură din a II-a fază de multiplicare se introduce în lin prin racordul *5*. Apa se introduce în sistemul de răcire prin racordul *6* şi se elimină prin racordul *7*. Prin racordul *8* se introduce aburul pentru sterilizare, care pătrunde în sistemul de aerare *9* şi în conducta *10* de evacuare a aerului utilizat, care este prevăzută cu o clapetă de închidere *11*.

Golirea linului se face prin racordul *12*. Sistemul de aerare *9* este alcătuit dintr-o conductă centrală cu diametrul de 200—250 mm. Din conducta centrală se ramifică conducta secundară, iar din acestea, mai multe conducte cu diametrul mai mic care sînt perforate.

În figura 191 este redat modul de distribuire a aerului prin acestea, care formează sistemul de aerare.

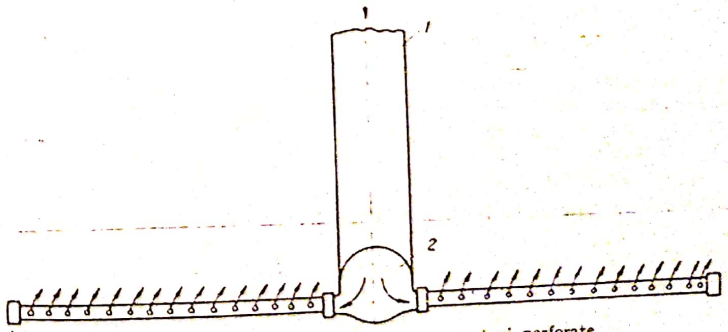


Fig. 191. Sistemul static de aerare cu ţevi perforate.

Scanned with OKEN Scanner

Aerul furnizat de turbosuflantă pătrunde în conducta centrală *1*. Din aceasta trece în conducta secundară *2*, la care sînt racordate de o parte și de alta mai multe țevi *3*, ce sînt răspîndite pe fundul linului.

Pe partea laterală și de-a lungul lor, aceste țevi sînt perforate cu orificii care au diametrul de 0,4 mm. Distanța între orificii de la ax la ax este de 4 mm.

Prin aceste orificii, aerul este răspîndit în mediul de multiplicare, fiind dispersat foarte fin.

În felul acesta se realizează un contact mai intim între aer și mediu, care are ca rezultat o utilizare mai bună a oxigenului de către drojdii.

Țevile perforate sînt racordate la conducta secundară prin înfiletare, iar la capete sînt prevăzute cu capace de bronz care se înșurubează. Ele pot fi demontate pentru curățare și spălare în interior.

Linul pentru înmulțirea drojdiilor se construiește din tablă de fier. Cele mai corespunzătoare sînt linurile din tablă antiacidă, care, datorită rezistenței lor la coroziune, se pot utiliza un timp îndelungat (15—20 ani) fără reparații.

Sistemul de aerare ca și cel de răcire se construiesc numai din conducte de cupru.

Capacitatea linului este de circa 10 ori mai mare decît a vasului pentru multiplicarea drojdiei în faza a II-a. În funcție de capacitatea de producție a fabricii, linul poate să aibă un volum geometric cuprins între 7 și 25 m³.

Volumul util reprezintă 75% din volumul total. Restul de 25% din volumul linului este afectat pentru sistemul de aerare, de răcire și pentru spuma care se formează în timpul aerării plămezilor de melasă în care se dezvoltă drojdia.

2. MODUL DE LUCRU ÎN FAZA A III-a DE MULTIPLICARE A DROJDIILOR

Înainte de începerea unui nou ciclu, linul se curăță, se spală și se sterilizează.

Pentru executarea curățirii și spălării, în lin se pătrunde prin gura de vizitare de la partea superioară și apoi pe o scară metalică fixată vertical paralel cu peretele.

Curățirea se face prin frecarea suprafețelor interioare ale linului cu peria.

Țevile de aer perforate se demontează și se curăță în interior cu o perie rotundă. După curățire, țevile se montează, iar linul se spală în interior cu un jet de apă de conductă care se evacuează la canal. Cel puțin o dată la 3 zile se curăță și se spală în interior și conducta de evacuare a aerului uzat, care în acest scop este prevăzută cu o gură de vizitare.

După evacuarea apei de spălare la canal, în lin se introduce apă caldă, pînă acoperă țevile de aer perforate. În această apă se introduce 5‰ clorură de var și apoi se introduce aer care barbotează 10—15 min. După evacuarea acestei ape prin racordul de golire, în lin se introduc abur și formalină cu concentrația de 5—10%.

Formalina se introduce cu ajutorul unui aparat special.

Aburul cu formalină pătrunde în sistemul de aerare și iese în interiorul linului prin țevile de aer perforate.

Sterilizarea cu abur durează circa o oră. Condensul format se evacuează la canal, după care se închide ventilul.

După aceasta, se încep operațiile propriu-zise pentru desfășurarea unui nou ciclu de multiplicare a drojdiilor.

Mai întîi se introduce în lin o cantitate de apă de conductă egală cu aproximativ 50% din volumul util al linului.

Melasa se pregătește din timp într-un vas special destinat. Cantitatea de melasă necesară pentru un ciclu de lucru se fierbe în vasul de pregătire împreună cu sărurile nutritive. În raport cu greutatea melasei se adaugă 7,5% superfosfat și 5% sulfat de amoniu.

Pentru formarea plămezii care se însămînțează cu drojdia din faza a II-a de multiplicare, peste apa din lin se introduce 1/3 din melasa pregătită.

Mediul. Se omogenizează prin barbotare cu aer, după care se însămînțează cu drojdia din vasul pentru a II-a fază de multiplicare. Drojdia se transferă din acest vas în lin, prin curgere liberă, cînd există diferența de nivel, sau cu ajutorul aerului furnizat de un compresor.

După însămînțare și omogenizare cu aer, plămada are următoarele caracteristici:

— Concentrație ..... 6,2—6,5°Bllg
— Aciditate ..... 1,3—1,4° aciditate
— *p*H ..... 4,2—4,5
— Temperatura ..... 28 ... 30°C

Durata procesului în faza a III-a de multiplicare a drojdiilor este de 9 ore. În acest timp, plămada este aerată cu 45—50 m³ aer/m³ plămadă și pe oră. Temperatura se menține în limitele optime (28...30°C), prin utilizarea, cînd este necesar, a sistemului de răcire.

În prima oră nu se face alimentarea linului cu melasă. Aceasta începe în ora a 2-a și durează 4 ore, pînă în ora a 5-a a procesului. În cele 4 ore, alimentarea cu melasă se efectuează continuu. În fiecare oră de alimentare se introduce o cantitate egală de melasă, adică 25% din cantitatea de melasă rămasă după formarea plămezii înainte de însămînțare cu drojdii.

În tot timpul alimentării, concentrația plămezii se menține la 5,6—6°Bllg. Linul nu se alimentează cu melasă concentrată. Aceasta se diluează în pîlnia de diluare, cu un debit stabilit de apă, astfel ca în lin concentrația plămezii să se mențină la circa 6°Bllg.

Spuma ce se formează se combate cu acizi grași care se introduc direct în plămadă ori de cîte ori este necesar.

După perioada de alimentare, începînd cu ora a 6-a, concentrația plămezii scade.

La sfîrșitul perioadei (după 9 ore), plămada în care s-a dezvoltat drojdia are următoarele caracteristici:

— Concentrație ..... 3,5—4°Bllg
— Aciditate ..... 1,8—2,2° aciditate
— Alcool ..... 2,5—3%

În timpul desfășurării procesului de multiplicare a drojdiilor, din *2* în 2 ore se controlează concentrația, aciditatea sau *p*H-ul, temperatura plămezii. Totodată se efectuează și controlul microscopic, pentru a se constata evoluția înmulțirii drojdiilor și gradul de puritate microbiologică a plămezii.

Controlul se efectuează în sala de fabricație sau în laborator.

Volumul final al plămezii în care s-a înmulțit drojdia reprezintă aproximativ 75% din volumul total al linului.

În această fază de multiplicare se acumulează mai multă drojdie în mediu, ca urmare a faptului că pentru aerare se folosește un debit mai mare de aer decît în fazele anterioare de multiplicare a drojdiilor.

Scanned with OKEN Scanner

Randamentul în drojdie presată cu 27% substanță uscată este de circa 30%.

Plămada cu drojdii se utilizează ca atare pentru însămînțarea mediului nutritiv în a IV-a fază de multiplicare.

E. FAZA A IV-a DE MULTIPLICARE A DROJDIILOR

În această fază se obține drojdia numită de cuib sau drojdia maia, care este folosită pentru însămînțarea mediului nutritiv din ultima fază de multiplicare (faza a V-a), din care rezultă drojdia de vînzare.

Condițiile de multiplicare a drojdiilor în această fază sînt mai favorabile decît în fazele precedente din următoarele considerente:

— concentrația și aciditatea mediului sînt mai reduse;
— aerarea mediului este mai intensă;
— procentul de alcool din plămadă este foarte redus.

Cantitatea de drojdie obținută este mult mai mare decît în fazele precedente, permițînd însămînțarea mai multor șarje de multiplicare a drojdiilor în faza I.

O altă deosebire față de fazele precedente constă în faptul că drojdia obținută în această fază se separă din plămadă cu ajutorul separatoarelor centrifugale și apoi se depozitează în vase izoterme, în care se păstrează pînă la însămînțarea mediilor nutritive din ultima fază de multiplicare.

Instalațiile (vasul de fermentare și anexele) sînt identice cu cele arătate la prepararea drojdiei în faza a III-a de multiplicare, cu deosebirea că în faza a IV-a sînt de dimensiuni mai mari, în raport cu volumul plămezilor care se prelucrează.

MODUL DE LUCRU ÎN FAZA A IV-a DE MULTIPLICARE A DROJDIILOR (DROJDIA DE CUIB)

Un ciclu de fabricare a drojdiei de cuib, care are o durată totală de 18—19 ore, constă din următoarele etape:

— curățirea, spălarea și sterilizarea linului;
— pregătirea plămezilor pentru însămînțarea drojdiei din faza a III-a:
— desfășurarea procesului de multiplicare a drojdiilor;
— separarea și depozitarea laptelui de drojdie.

Înainte de începerea unui nou ciclu pentru obținerea drojdiei de cuib se pregătesc melasa și soluția de săruri, după modul descris la punctele B și C din acest capitol.

Cantitatea de melasă folosită, precum și aceea de drojdie de cuib, rezultată în condiții normale de fabricație, sînt în raport direct proporțional cu volumul util al linului.

Principalul element pentru calculul cantității de melasă este raportul stabilit între melasa exprimată în tone și volumul final al plămezii exprimat în m³. În faza a IV-a de multiplicare a drojdiilor, acest raport, denumit și diluția plămezii, trebuie să fie de 1 la 18, adică pentru prelucrarea unei tone de melasă sînt necesari 18 m³ de volum util de lin, sau într-un m³ de plămadă se găsesc 0,055 t melasă.

Dacă, spre exemplu, un lin de fermentare are un volum util de 75 m³, cantitatea de melasă care poate fi prelucrată este de:

$$\frac{75}{18} = 4{,}166 \cong 4{,}2 \text{ t.}$$

Pentru prepararea soluției de săruri nutritive se folosesc 9,5—10% superfosfat de calciu și 8% sulfat de amoniu, raportat la greutatea melasei.

Înainte de începerea unui noi ciclu de fabricație, linul este curățat, spălat și sterilizat.

După aceste operații, în lin se introduce apă de conductă, în cantitate echivalentă cu 30% din volumul util al acestuia.

Peste această apă se introduce 15% din cantitatea de melasă pregătită și 33% din soluția de săruri nutritive.

Mediul se acidulează cu acid sulfuric la 0,7 grade aciditate și se omogenizează prin barbotare cu aer, după care plămada cu drojdii din vasul pentru faza a III-a de multiplicare este trecută în lin, prin conducta de legătură.

Plămada însămînțată cu drojdii are următoarele caracteristici inițiale:

— Concentrație ..... 2,2°Bllg
— Aciditate ..... 0,7° aciditate
— *p*H ..... 4,5—4,7
— Temperatură ..... 26...28°C

Durata procesului de multiplicare a drojdiilor este de 13 ore. În prima oră nu se face alimentarea cu melasă și soluție de săruri nutritive, plămada fiind numai aerată cu 50 m³ aer/m³ plămadă într-o oră.

Alimentarea se începe din ora a 2-a, cînd se intensifică și aerarea, prin introducerea în plămadă a unui debit de 100 m³ aer/m³ plămadă într-o oră. Aceasta se efectuează după un grafic orar de alimentare, care ține seamă de viteza de înmulțire a drojdiei.

Pentru înmulțirea în bune condiții a drojdiei este deosebit de important să se respecte cu strictețe cantitățile orare de alimentare cu melasă și cu soluție de săruri.

În situațiile cînd în plămadă se introduce o cantitate mai mare de melasă, excesul de zahăr peste nevoile drojdiei se pierde prin transformarea lui în alcool și bioxid de carbon, care se antrenează cu aerul.

Cînd cantitatea de melasă introdusă în plămadă este sub cea necesară, drojdiile neavînd la dispoziție suficient zahăr, nu se pot înmulți corespunzător.

În tabela 22 este prezentată schema de lucru pentru producerea unei șarje de drojdie de cuib care se obține în faza a IV-a de multiplicare.

Tabela 22

Schema de lucru pentru producerea drojdiei de cuib (drojdie maia)

Ora	Temperatura °C	Concentrația °Bllg	Aciditate grade de aciditate	Aer m³/m³ plămadă	Cantitatea de melasă folosită %	Cantitatea de săruri folosită %
0	26	2	0,7	50	—	—
1	27	1,8	0,7	100	2,72	3,12
2	27	2	0,8	100	3,89	4,17
3	28	2,2	0,8	100	4,80	5,21
4	28	2,4	0,9	100	5,70	6,25
5	29	2,7	0,9	100	7,28	8,35
6	29	2,9	0,9	100	9,45	9,40
7	30	3,1	0,9	100	11,70	10,40
8	30	3,3	0,9	100	13,62	11,50
9	30	3,5	0,9	100	15,84	5,21
10	30	3,7	0,9	100	7,28	3,12
11	30	3,8	0,9	100	2,72	—
12	30	3,8	0,9	100	—	—
13	30	3,8	0,9	50	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Din această tabelă rezultă evoluția normală a principalilor parametri ai plămezii (concentrație, aciditate, temperatură), precum și programul orar de alimentare cu melasă, soluție de săruri nutritive și aer.

Atît în cazul melasei cît și al soluției de săruri nutritive, cantitățile cu care se alimentează în fiecare oră linul de multiplicare a drojdiilor sînt indicate procentual în raport cu cantitatea totală folosită pentru șarja respectivă.

În cazul melasei, procentele se referă la masa respectivă, iar al soluției de săruri nutritive — la volum.

Deoarece melasa folosită orar se măsoară tot volumetric, trebuie să se stabilească echivalența dintre volumul de melasă diluată folosită și masa acesteia.

Din cele 13 ore cît durează procesul de multiplicare a drojdiilor, alimentarea cu melasă — de concentrație 20—25°Bllg cînd este limpezită în vase sau 60—65°Bllg cînd este limpezită cu separator centrifugal — durează 11 ore, din ora a 2-a pînă în ora a 11-a inclusiv.

Alimentarea cu soluție de săruri nutritive se face timp de 10 ore, din ora a 2-a pînă în ora a 10-a inclusiv.

Spuma care se formează ca urmare a barbotării plămezii cu aer se combate cu ajutorul acizilor grași.

În ultimele două ore ale procesului nu se mai face alimentarea cu melasă și soluție de săruri nutritive, plămada fiind aerată cu un debit de aer redus (40—50 m^3 aer/m^3 plămadă într-o oră).

Aceasta este perioada de maturizare a celulelor, în care are loc o desăvîrșire a proceselor biochimice din celulă, care duc la fixarea proprietăților drojdiei de a fermenta aluatul.

În timpul desfășurării procesului, în fiecare oră se controlează parametrii principali ai plămezii (concentrația, aciditatea și temperatura), iar din două în două ore se efectuează și controlul microscopic.

Cînd se constată o coborîre a acidității plămezii sub 0,7 grade de aciditate, aceasta se corectează cu acid sulfuric diluat.

În cazurile cînd aciditatea plămezii este mai mare de 0,9 grade de aciditate, aceasta se corectează cu ajutorul laptelui de var.

La o desfășurare normală a procesului de multiplicare a drojdiilor, concentrația plămezii trebuie să crească cu 0,2—0,3°Bllg pe oră.

Aceasta se realizează printr-o diluare corespunzătoare a melasei la 6—8°Bllg, în pîlnia de diluare în care se întîlnește curentul de melasă cu cel de apă.

Cînd se introduce o cantitate mai mare de melasă sau mai mică de apă, concentrația plămezii crește peste limita normală.

Spre sfîrșitul pericadei de multiplicare, în ultimele 2—3 ore, concentrația plămezii rămîne constantă.

În final, plămada ocupă circa 75% din volumul total al linului și are următoarele caracteristici:

— Concentrație	3,4—3,8°Bllg
— Aciditate	0,8—0,9 grade aciditate
— pH	4,5—4,8
— Temperatură	29...30°C

După terminarea procesului de multiplicare a drojdiilor, plămada este trecută la separare.

Separarea culturilor de drojdii se realizează cu ajutorul separatoarelor centrifugale în două trepte.

În prima treaptă de separare, plămada este diluată cu apă înainte de a intra în separatoare în proporție de 1:1. Laptele de drojdie ieșit din separator conține circa 200 g drojdie cu 26—27% substanță uscată la litru.

Pentru îndepărtarea resturilor de plămadă care se mai găsesc în laptele de drojdie, și care au o influență dăunătoare asupra conservabilității drojdiei la ieșirea din prima treaptă de separare, aceasta se diluează cu o cantitate egală de apă și se trece la a doua treaptă de separare.

Laptele de drojdie rezultat conține circa 100 g drojdie cu 26—27% substanță uscată la litru.

De la separatoare, laptele de drojdie este transportat cu ajutorul unei pompe centrifugale în vase izoterme în care este păstrat pînă la folosire, la temperatura de circa 4°C, la care procesele vitale ale celulelor de drojdie sînt frînate.

Randamentul în drojdie cu 26—27% substanță uscată în această fază de multiplicare este de circa 75% față de greutatea melasei folosite.

F. FAZA A V-a DE MULTIPLICARE A DROJDIILOR

Aceasta este ultima fază de multiplicare a drojdiilor în care se obține drojdia de vînzare.

În această fază se mențin cele mai bune condiții de mediu pentru dezvoltarea drojdiilor, concentrația și aciditatea plămezii fiind mai reduse decît în faza a IV-a de multiplicare a drojdiilor.

Totodată, condițiile devin foarte prielnice și pentru dezvoltarea microorganismelor de infecție. Preocuparea într-o fabrică de drojdie pentru combaterea infecțiilor se reflectă în general în modul de desfășurare a procesului de multiplicare a drojdiilor în a V-a fază.

Pe lîngă puritatea microbiologică a plămezii, în această fază trebuie să se obțină randamente maxime în drojdie.

Drojdia rezultată trebuie să fie de bună calitate, adică să fie caracterizată prin putere de dospire și durabilitate corespunzătoare.

1. INSTALAȚIA PENTRU FAZA A V-a DE MULTIPLICARE A DROJDIILOR

Instalația care se folosește pentru multiplicarea drojdiilor în această fază este identică cu cea care a fost descrisă în faza a IV-a de multiplicare a drojdiilor.

Într-o fabrică de drojdie, linurile pentru fabricarea drojdiei de vînzare sînt folosite și pentru fabricarea drojdiei de cuib.

Din volumul util total al linurilor de fermentare, 20% se folosește pentru producerea drojdiei de cuib.

Prin aceasta se înțelege că periodic, la un interval de 2—3 zile, unul sau două linuri de fermentare se folosesc în acest scop.

Este deci de reținut că la calculul capacității unei fabrici de drojdie, din volumul util total al linurilor trebuie să se scadă volumul afectat producerii drojdiei de cuib.

Scanned with OKEN Scanner

2. MODUL DE LUCRU ÎN FAZA A V-a DE MULTIPLICARE A DROJDIILOR

Ciclul de producere a unei șarje de drojdie de vînzare comportă aceleași faze care au fost arătate la descrierea modului de lucru pentru obținerea drojdiei de cuib.

Durata unui ciclu este de 15—17 ore, din care circa 2—2½ ore sînt afectate curățirii, spălării și sterilizării linului, 12 ore pentru procesul de multiplicare a drojdiilor și 2—2½ ore pentru separarea drojdiilor din plămezi.

Condițiile de dezvoltare a dojdiilor în această fază sînt și mai favorabile decît în faza a IV-a de multiplicare, deoarece diluția plămezilor este mai mare de 1 : 24 sau 1 : 25, iar aciditatea este mai scăzută, fiind cuprinsă între 0,3 și 0,5 grade de aciditate.

După curățirea, spălarea și sterilizarea linului se procedează la formarea plămezii în care se însămînțează drojdia de cuib.

Se introduce mai întîi o cantitate de apă de conductă egală cu 50% din volumul util al linului.

Peste apa din lin se introduce apoi 13% din cantitatea de melasă pregătită și 17% din cantitatea de soluție de săruri.

Restul de 87% melasă și 83% soluție de săruri nutritive se dozează în timpul multiplicării drojdiilor, conform graficului orar de alimentare la întocmirea căruia se ține seamă de viteza de înmulțire a drojdiilor.

În plămada pregătită ca mai sus se introduce o cantitate de drojdie de cuib cu 26—27% substanță uscată, în cantitate de 20% față de greutatea melasei.

Dacă, spre exemplu, pentru producerea unei șarje de drojdie se folosesc 3 000 kg melasă cu 50% zahăr, cantitatea de drojdie pentru însămînțare este de 600 kg.

Înainte de folosire, drojdia de cuib este purificată cu acid sulfuric. În acest scop se folosește un vas special de purificare.

Acest vas are un volum util de 1—2 m³ și se construiește din tablă de oțel carbon sau de oțel inoxidabil. Înainte de folosire, vasul se curăță, se spală și se sterilizează cu abur.

Laptele de drojdie se introduce în vas prin conducta de lapte de drojdie, care în prealabil este spălată și sterilizată cu abur.

Laptele de drojdie se diluează cu apa introdusă prin conductă pînă la o concentrație de 10—12°Blg.

Omogenizarea mediului se realizează cu ajutorul agitatorului care este pus în mișcare de un motor electric capsulat, montat pe capacul vasului.

În timpul funcționării agitatorului, în laptele de drojdie se introduce acid sulfuric diluat pînă la realizarea unui *p*H de 0,5—1.

Agitatorul este menținut în funcțiune în continuare 30—45 min, timp în care sub acțiunea acidului sulfuric sînt distruse microorganismele de infecție și chiar celulele de drojdie slăbite și slab dezvoltate.

După terminarea operației de purificare, drojdia este trecută în lin cu ajutorul unei pompe centrifugale care se spală și se sterilizează cu abur din timp.

Cunoscînd că temperatura optimă de multiplicare a drojdiilor este de 28...30°C, este important ca plămezile care se însămînțează cu drojdii să nu aibă temperatura sub 26°C.

În timpul iernii, cînd temperatura apei este mai scăzută (10...12°C), pentru formarea plămezii trebuie să se folosească apă caldă (26...28°C).

După însămînțarea cu drojdie de cuib și după omogenizare, parametrii principali ai plămezii trebuie să aibă următoarele valori medii:

— Concentrație ..... 1—1,1°Blg
— Aciditate ..... 0,3 grade aciditate
— *p*H ..... 5,2—5,4
— Temperatură ..... 26...28°C

Evoluția acestor parametri în timpul desfășurării procesului de multiplicare a drojdiilor, proporția de melasă și soluția de săruri nutritive cu care se alimentează linul în fiecare oră, precum și timpul de alimentare sînt redate în tabela 23.

Tabela 23

Schema de lucru pentru producerea drojdiei de vînzare

Ora	Temperatura °C	Concentrația °Blg	Aciditate grade de aciditate	Aer m³/m³ plămadă	Cantitatea de melasă folosită %	Cantitatea de soluție de săruri folosită %
0	26	1,1	0,3	50	—	—
1	27	0,9	0,3	100	2,57	4,60
2	27	1,0	0,3	100	3,85	6,00
3	28	1,1	0,3	100	5,14	7,20
4	29	1,3	0,35	100	7,70	8,60
5	29	1,4	0,35	100	10,25	10,00
6	30	1,6	0,45	100	12,82	12,10
7	30	1,8	0,50	100	15,40	14,50
8	30	1,9	0,50	100	17,90	14,00
9	30	2,0	0,50	100	8,95	6,00
10	30	2,0	0,50	100	2,57	—
11	30	2,0	0,40	100	—	—
12	29	2,0	0,30	50	—	—

După cum rezultă și din această tabelă, în prima oră a procesului linul nu se alimentează cu melasă și soluție de săruri nutritive. Alimentarea începe din ora a doua. Melasa este dozată continuu și progresiv pînă în ora a 10-a, iar soluția de săruri nutritive pînă în ora a 9-a a procesului de multiplicare a drojdiilor.

Linul este alimentat continuu și cu apă care întîlnește curentul de melasă și soluția de săruri nutritive în pîlnia de diluare. Astfel, mediul nutritiv care pătrunde în lin are o concentrație de 6—7°Blg.

Pe parcursul desfășurării procesului de înmulțire a drojdiilor, parametrii plămezii sînt controlați din oră în oră, rezultatele determinărilor fiind trecute în registrul de fabricație. Controlul microscopic al plămezii se efectuează din două în două ore.

Temperatura este menținută în limitele optime cu ajutorul sistemului de răcire, iar *p*H-ul, cu acid sulfuric diluat sau cu lapte de var. La fabricile la care se folosește ca factor de menținere a *p*H-ului, apa amoniacală, trebuie să se aibă în vedere că aceasta este totodată și o sursă de azot.

Astfel, la prepararea soluției de săruri nutritive trebuie să se folosească mai puțin sulfat de amoniu, deoarece diferența de azot se asigură cu apă amoniacală care se introduce direct în plămezile pentru diminuarea acidității acestora.

Scanned with OKEN Scanner

O plămadă, în care multiplicarea drojdiilor se desfăşoară normal, se caracterizează prin tendinţa de creştere a acidităţii, care trebuie să fie menţinută la valoarea optimă cu substanţele neutralizante.

De asemenea, plămada trebuie să prezinte o spumă lucioasă şi, pe măsură ce procesul avansează, să aibă un aspect lăptos, aceasta fiind o indicaţie a acumulării de celule de drojdie, în mediu.

În cazul plămezilor infectate cu drojdii sălbatice, *Micoderma cerevisiae*, spuma are un aspect mat, iar aerul care iese din plămadă are miros de mere coapte.

În timpul multiplicării drojdiilor, pe lîngă asimilarea zahărului, pentru formarea masei celulare trebuie să se urmărească şi asimilarea corespunzătoare a azotului din mediu. Spre deosebire de zahăr care trebuie să fie dozat în raport cu viteza de înmulţirea a drojdiilor, azotul trebuie să fie în exces în mediu. Acesta, se determină foarte simplu, cu ajutorul unei soluţii de formalină, astfel: se iau 100 ml de plămadă, într-un vas Erlenmeyer de 250 ml, care se titrează cu o soluţie normală de hidroxid de sodiu în prezenţă de fenolftaleină, pînă la apariţia culorii roz. Se introduc apoi 10 ml soluţie de 40% formalină şi titrarea se repetă. Volumul în ml de soluţie normală de hidroxid de sodiu folosit la a doua titrare reprezintă indicele de formol.

În timpul multiplicării drojdiilor, indicele de formol nu trebuie să scadă sub 0,5.

În ultimele două ore, indicele de formol poate să scadă la 0,2 pentru a se preveni rămînerea în plămadă a azotului, care ar constitui astfel o pierdere.

Ca şi în faza a IV-a de multiplicare, şi în faza a V-a alimentarea cu soluţie de săruri nutritive şi melasă se termină cu 2 şi, respectiv, 3 ore înainte de sfîrşitul perioadei de multiplicare.

Prin aceasta se urmăreşte epuizarea din mediu a zahărului şi maturizarea celulelor de drojdie.

Înainte de a fi trecută la separare, parametrii principali ai plămezii prezintă următoarele valori medii:

— Concentraţie	2,2—2,3°Bllg
— Aciditate	0,3—0,4 grade aciditate
— *p*H	5,4—5,6
— Temperatură	29...30°C

3. FOLOSIREA MATERIALELOR STIMULATOARE PENTRU MULTIPLICAREA DROJDIILOR

În ultimii ani sînt tot mai frecvente cazurile în care, din cauza calităţii necorespunzătoare a melaselor, randamentele sînt scăzute, iar calitatea drojdiei este afectată.

Principalele cauze ale înrăutăţirii calităţii melaselor sînt folosirea pe scară largă a îngrăşămintelor chimice, modernizarea proceselor tehnologice de fabricare a zahărului, infectarea melasei în timpul depozitării la fabricile de zahăr sau la fabricile de drojdie etc.

În general s-a constatat că melasele care nu se comportă corespunzător la prelucrare au un conţinut de biotină sub cel minim necesar.

Lipsa biotinei din melasă, este cauza principală a obţinerii de randamente scăzute şi calitate necorespunzătoare, a drojdiei de panificaţie.

În cazul prelucrării unor asemenea melase trebuie să se adauge în mediul de multiplicare a drojdiilor unele substanţe care conţin biotină.

Dintre acestea, se foloseşte extractul de porumb şi infuzia de radicele de malţ.

Extractul de porumb se foloseşte în proporţie de 20—40 kg la tonă de melasă prelucrată. Acestea se introduc în melasă înainte de sterilizarea şi limpezirea acesteia.

Infuzia de radicele de malţ se prepară astfel: Într-un vas special destinat, dotat cu serpentină de abur, sistem de răcire şi agitator se introduce o cantitate de apă egală cu 5—10% din volumul linului.

În această apă se introduc radicelele de malţ. La fiecare 20 l apă se foloseşte 1 kg radicele. Amestecul de apă şi radicele se acidulează cu acid sulfuric pînă la *p*H 5—5,5.

Se ridică apoi temperatura amestecului la 80...85°C, la care se menţine timp de o oră.

După răcire la 30°C şi o perioadă de 2—3 ore necesară pentru decantarea radicelelor, infuzia de radicele de malţ se poate folosi la alimentarea linului în aceleaşi proporţii în care se foloseşte şi melasa.

Un alt factor care are un rol important în dezvoltarea normală a celulelor de drojdie este şi magneziul. În general, melasele sînt deficitare în magneziu, şi, din această cauză, este necesară introducerea lui în mediul de multiplicare a drojdiilor.

La fabricarea drojdiei de panificaţie se foloseşte ca sursă de magneziu sulfatul de magneziu, care se solubilizează odată cu superfosfatul de calciu şi sulfatul de amoniu.

Sulfatul de magneziu se foloseşte în proporţie de 0,8—1 kg pentru tona de melasă prelucrată.

G. RANDAMENTELE LA FABRICAREA DROJDIEI COMPRIMATE

Pentru controlul mersului fabricaţiei, randamentul se calculează atît pe faze de multiplicare a drojdiilor cît şi pe total.

Astfel, randamentul se calculează în faza a IV-a şi a V-a, iar pe total, făcînd un raport între cantitatea totală de drojdie obţinută şi cea de melasă consumată.

Elementele de referinţă pentru calculul randamentului sînt drojdia presată cu 27% substanţă uscată şi melasa cu 50% zahăr.

1. CALCULUL RANDAMENTULUI LA FABRICAREA DROJDIEI DE CUIB

Pentru calculul randamentului trebuie să se însumeze toate consumurile de melasă din fazele anterioare de multiplicare care au contribuit la obţinerea drojdiei de cuib.

Randamentul se exprimă în procente şi se calculează astfel:

$$\text{Randament } \% = \frac{D}{M} \times 100,$$

Scanned with OKEN Scanner

în care:

D este drojdia cu 27% substanță uscată, în kg;

M — melasa cu 50% zahăr consumată în fazele I, a II-a, a III-a și a IV-a, în kg.

Dacă s-au consumat, spre exemplu, următoarele cantități de melasă cu 50% zahăr:

— în faza I	50 kg
— în faza a II-a	250 kg
— în faza a III-a	950 kg
— în faza a IV-a	4 000 kg
Total	5 250 kg

și s-au obținut 3 000 kg drojdie de cuib cu 27% substanță uscată, randamentul este următorul:

$$R = \frac{3\,000}{5\,250} \times 100 = 57{,}1\%$$

2. CALCULUL RANDAMENTULUI LA FABRICAREA DROJDIEI DE VÎNZARE

În această situație, pentru calculul randamentului care revine melasei efectiv consumate, din totalul drojdiei obținute se scade drojdia de cuib care s-a folosit pentru însămînțare.

$$\text{Randament } \% = \frac{D - D_c}{M} \times 100,$$

în care: D este cantitatea totală de drojdie cu 27% substanță uscată rezultată, în kg;

D_c — cantitatea de drojdie de cuib cu 27% substanță uscată folosită la însămînțare, în kg;

M — cantitatea de melasă cu 50% zahăr folosită, în kg.

Dacă s-au folosit 2 800 kg melasă cu 50% zahăr și 560 kg drojdie cuib pentru însămînțare, iar cantitatea totală de drojdie rezultată este de 3 000 kg. randamentul este de:

$$R = \frac{3\,000 - 560}{2\,800} \times 100 = 87{,}85\%$$

3. CALCULUL RANDAMENTULUI MEDIU

În final, activitatea unei fabrici de drojdie se apreciază după randamentul mediu obținut. Acesta se obține prin raportul dintre totalul drojdiei cu 27% substanță uscată obținută și totalul melasei cu 50% zahăr consumată:

$$R_{mediu} = \frac{D_{total}}{M_{total}} \times 100,$$

în care:

D_{total} este cantitatea totală de drojdie de vînzare cu 27% substanță uscată obținută, în kg;

M_{total} — consumul total de melasă cu 50% zahăr, în kg.

Spre exemplu, pentru obținerea a 3 000 kg drojdie de cuib s-au consumat 5 250 kg melasă.

Cu cele 3 000 kg drojdie de cuib s-au însămînțat, cu cîte 600 kg, 5 plămezi. La fiecare plămadă s-au consumat cîte 3 000 kg melasă și s-au obținut cîte 3 300 kg drojdie.

Făcînd un bilanț pe total, rezultă că s-au consumat 20 250 kg melasă, din care s-au obținut 16 500 kg de drojdie.

Randamentul mediu de fabricație este de:

$$R = \frac{16\,500}{20\,250} \times 100 = 81{,}48\%.$$

În cazul melaselor de bună calitate se pot obține randamente de peste 90%, pe cînd în cazul melaselor defecte, care conțin elemente nocive pentru drojdie, randamentele pot să scadă chiar sub 50%.

H. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII

Pentru prevenirea accidentelor de muncă trebuie să se respecte aceleași reguli care au fost descrise la prepararea cuibului de drojdie și fermentarea plămezilor de melasă în întreprinderile de spirt.

APLICAȚII

1. Să se determine randamentul de drojdie de vînzare știind că s-au folosit 3 200 kg melasă cu 50% zahăr și 640 kg de drojdie maia din care au rezultat 3 450 kg drojdie de vînzare

   R: 87,81%

2. Să se determine randamentul mediu de fabricație la producția obținută în 24 ore într-o fabrică de drojdie comprimată, cunoscînd că din 30 000 kg melasă tip 50% s-au obținut 26 400 kg drojdie de vînzare.

   R: 88%

Capitolul XLII

SEPARAREA, RĂCIREA ȘI DEPOZITAREA LAPTELUI DE DROJDIE. FILTRAREA, PRESAREA, CALUPAREA ȘI AMBALAREA DROJDIEI

A. SEPARAREA DROJDIILOR DIN PLĂMEZI

La sfîrșitul procesului de multiplicare, celulele de drojdie se află în suspensie în plămadă. Concentrația în drojdie a plămezii este variabilă în raport cu calitatea melasei folosite, cu starea utilajelor și modul de conducere a procesului tehnologic. În condiții normale de fabricație, într-un litru de plămadă se găsesc 38—42 g drojdie, cu 27% substanță uscată.

Separarea drojdiilor se realizează pe de o parte cu scopul de a concentra într-un volum redus o cantitate cît mai mare de celule, iar pe de altă parte, pentru a scoate celulele din plămada în care se găsesc substanțe dăunătoare însușirilor calitative ale drojdiei.

1. INSTALAȚIA PENTRU SEPARAREA DROJDIILOR

Utilajul de bază al acestei instalații este separatorul centrifugal.

Separatoarele centrifugale cele mai răspîndite sînt Alfa-Laval și Westfalia.

Acestea se construiesc cu capacități între 100 și 1 000 hl plămadă/h. Cele mai răspîndite sînt separatoarele cu capacitatea de 300 hl/l. Separatoarele de mare capacitate de peste 500 hl/h sînt prevăzute și cu pompă proprie care refulează laptele de drojdie la treapta următoare de separare sau în rezervorul de depozitare.

O instalație de separare a drojdiilor se compune dintr-un număr variabil de separatoare.

Numărul separatoarelor este determinat de următorii factori:

— capacitatea de producție a fabricii;
— capacitatea separatoarelor;
— numărul de trepte de separare care se execută.

În figura 192 este redată o instalație de separare în trei trepte, care folosește separatoare de capacitate identică.

Aceasta se compune din trei separatoare pentru treapta întîi și cîte două separatoare în treapta a 2-a și a 3-a.

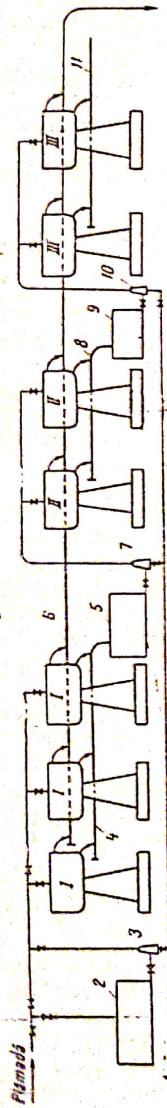


Fig. 192. Instalație pentru separarea drojdiilor.

2. DESCRIEREA MODULUI DE FUNCȚIONARE A INSTALAȚIEI DE SEPARARE A DROJDIILOR

Înainte de începerea separării drojdiilor dintr-o plămadă, separatoarele centrifugale, conductele, vasele pentru lapte de drojdie și pompele sînt spălate cu o soluție de clorură de var sau hidroxid de sodiu, cu concentrația de 5—8%, după care se spală cu apă curată pentru îndepărtarea urmelor de soluție dezinfectantă.

Plămada cu drojdii este adusă din lin, cu ajutorul unei pompe sau prin curgere liberă, prin conducta de legătură, în vasul *2*, din care este aspirată de un ejector de apă *3* sau de o pompă și refulată în separatoarele din treapta 1 de separare. Debitul de apă admis în ejector este egal cu debitul de plămadă.

Înainte de alimentare, separatoarele se pornesc în gol, fiind necesare 10—15 min pentru atingerea turației maxime.

În treapta 1 de separare pot fi două sau trei separatoare, funcție de capacitatea de producție a fabricii. Drojdia se separă din plămadă sub formă de lapte de drojdie care conține 150—200 g drojdie/l. Laptele de drojdie se colectează în vasul *5*. Plămada fără drojdie se elimină prin partea superioară a separatorului, fiind colectată într-un jgheab sau conductă comună pentru toate separatoarele, din care se elimină la canal.

Din vasul *6*, laptele de drojdie este preluat cu ejectorul de apă și transportat în separatoarele din a 2-a treaptă de separare.

Cantitatea de apă, în raport cu cantitatea de lapte de drojdie, este de 4—5 ori mai mare. Astfel se realizează cea de-a doua spălare a drojdiei.

În treapta a 2-a de separare se realizează o concentrație mai mare în celule de drojdie. Laptele de drojdie care rezultă, cu un conținut de 350—400 g drojdie/l, curge prin conducta *8* și trece în vasul *9*, din care cu ejectorul *10* este transportat împreună cu apa de spălare la a 3-a treaptă de separare.

De la aceste separatoare, laptele de drojdie care rezultă cu 500—600 g drojdie/l se captează în conducta *11* prin care se transportă fie la răcitor, fie la unele vasele izoterme, unde este păstrat la temperatura de 4...6°C.

În fiecare treaptă de separare se urmărește în permanență ca să nu se piardă celule de drojdii prin plămada (borhotul) care se evacuează la canal.

Controlul separării se efectuează prin verificarea picăturilor de plămadă care trebuie să fie transparente (limpezi).

În cele de mai sus s-a prezentat schema cu trei trepte de separare, care este cea mai indicată pentru obținerea unei drojdii bine spălate.

În fabricile de drojdie se aplică și scheme cu două trepte de separare. În acest mod nu se asigură însă o îndepărtare corespunzătoare a resturilor de plămadă, astfel că acestea, prin substanțele pe care le conțin, pot dăuna calității drojdiei.

B. RĂCIREA ȘI DEPOZITAREA LAPTELUI DE DROJDIE

1. RĂCIREA LAPTELUI DE DROJDIE

După separare, laptele de drojdie are o temperatură variabilă cuprinsă între 14 și 18°C în funcție de temperatura apei de spălare.

Pentru conservarea însușirilor calitative ale drojdiei este necesară răcirea laptelui de drojdie.

La temperaturi scăzute de 4...6°C, procesele vitale ale celulelor de drojdie sînt mult încetinite. Totodată este frînată și activitatea microorganismelor de infecție, în special bacterii, care inerent se găsesc în laptele de drojdie în procent mai mic sau mai mare după eficiența mijloacelor de combatere a infecțiilor.

Răcirea laptelui de drojdie se realizează în răcitoare deschise sau în răcitoare cu plăci, pînă la temperatura de 3...4°C.

2. DEPOZITAREA LAPTELUI DE DROJDIE

În general, laptele de drojdie care se obține depășește nevoile imediate de asigurare a drojdiei presate pentru livrare.

În această situație, la care se mai adaugă necesitatea unui stoc-tampon, laptele de drojdie se depozitează.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Depozitarea se face în vase izoterme la temperatura de 4...6°C, la care se asigură conservarea drojdiei timp de 1—2 zile.

Vasele izoterme se construiesc din tablă inoxidabilă și au capacitatea utilă de 6 000—10 000 l.

Numărul de vase izoterme este variabil în raport cu capacitatea de producție a fabricii.

Volumul total de depozitare se calculează ținîndu-se seama că o tonă de drojdie cu 27% substanță uscată ocupă un volum de circa 2—2,2 m³, cînd se află sub formă de lapte de drojdie.

Înainte de fiecare folosire, vasele de drojdie și conductele se curăță, se dezinfectează cu o soluție de clorură de var și apoi se spală cu apă potabilă.

Pe timpul depozitării, cel puțin o dată la 4 ore, se controlează temperatura laptelui de drojdie.

Deoarece celulele de drojdie au o greutate specifică mai mare decît a lichidului, în stare de repaus au tendința să se sedimenteze; pentru a evita aceasta, înainte de golire se pune în funcțiune agitatorul care omogenizează laptele de drojdie din vasul izoterm.

C. FILTRAREA ȘI PRESAREA DROJDIILOR

Livrarea drojdiei sub formă lichidă prezintă o serie de inconveniente, care în principal constau în următoarele:

— cheltuieli de transport crescute, deoarece volumul drojdiei lichide este de circa 2 ori mai mare decît al drojdiei presate;

— sînt necesare vase pentru transport și vase izoterme pentru păstrare la beneficiari;

— nu poate fi transportată pe distanțe mari;

— nu poate fi desfăcută în comerț;

— drojdia lichidă este expusă mai mult decît drojdia presată infecțiilor cu microorganisme străine; din această cauză ar putea avea o durabilitate scăzută.

Prin operația de filtrare și presare a drojdiilor, inconvenientele de mai sus sînt eliminate, deoarece prin îndepărtarea în cea mai mare parte a apei extracelulare, drojdia este concentrată (comprimată) într-un volum redus. Ca urmare a acestui fapt, cheltuielile de transport sînt mai reduse, durata de păstrare se mărește, crește raza de desfacere și drojdia poate fi desfăcută în comerț în pachete de diferite gramaje (1 000—500—100) fără a prezenta dificultăți.

Pentru filtrarea-presarea drojdiei se folosește unul din următoarele tipuri de utilaje:

— filtre-prese, asemănătoare din punct de vedere constructiv cu cele folosite la fabricarea berii;

— filtre rotative cu vacuum.

D. CALUPAREA, AMBALAREA ȘI LIVRAREA DROJDIEI

De la filtre-prese, drojdia sub formă presată este trecută la calupare și ambalare, care este ultima fază a procesului tehnologic.

Această fază constă în următoarele operații:

— malaxarea drojdiei presate;

— caluparea și ambalarea drojdiei.

În figura 193 se redă instalația de malaxare, calupare și ambalare a drojdiei. Drojdia presată este omogenizată în malaxorul *1*, trece apoi prin tubul *2*, în cupa *3* a mașinii *4*, care calupează și ambalează drojdia.

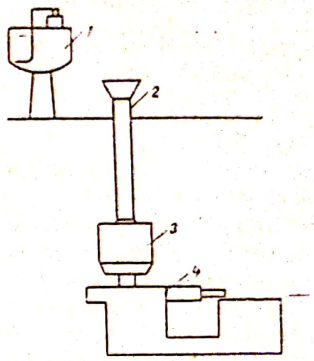


Fig. 193. Instalație pentru malaxarea, caluparea și ambalarea drojdiei.

1. MALAXAREA DROJDIEI PRESATE

Drojdia rezultată de la filtre-prese conține 27—32% substanță uscată, diferența de 83—68% fiind constituită din umiditatea intracelulară și extracelulară.

La acest conținut ridicat de substanță uscată, drojdia uscată este friabilă (sfărîmicioasă) și, din această cauză, nu se poate modela. Consistența necesară pentru modelare se poate asigura prin introducerea în masa de drojdie a unei cantități limitate de apă.

Cantitatea necesară de apă se stabilește în funcție de conținutul în substanță uscată pe care îl are drojdia presată și cel pe care trebuie să-l aibă drojdia finită (calupată și ambalată).

Prin standardul în vigoare care reglementează calitatea drojdiei se prevede că drojdia comprimată poate să aibă un conținut de maximum 76% apă, care corespunde la un conținut de 24% substanță uscată.

Spre exemplificare, se menționează că o drojdie presată cu un conținut de 70% apă și 30% substanță uscată poate fi adusă la 76% umiditate și 24% substanță uscată dacă i se adaugă 25 l apă.

Necesarul de apă rezultă din următoarea relație:

$$Q\% = \frac{S_p}{S_c} \times 100 - 100,$$

în care:

Q este cantitatea de apă necesară la 100 kg drojdie presată, în l;
S_p — conținutul în substanță uscată al drojdiei presate, în %;
S_c — conținutul de subatnță uscată pe care trebuie să-l aibă drojdia comprimată, în %.

Folosind datele din exemplul de mai sus, rezultă:

$$Q = \frac{30}{24} \times 100 - 100 = 25\ \text{l apă/100 kg drojdie presată.}$$

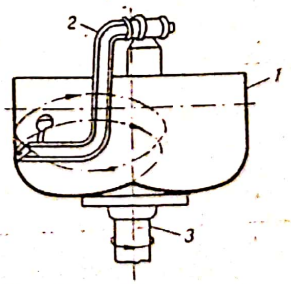


Fig. 194. Malaxor pentru drojdie.

Pentru răspîndirea în mod uniform a apei în masa de drojdie, aceasta trebuie să fie bine amestecată pînă la obținerea unei mase omogene.

Această operație de omogenizare a masei de drojdie se numește malaxare, după denumirea aparatului folosit, numit malaxor.

În figura 194 se redă un malaxor pentru drojdie. Acesta este format din cupa *1*, agitatorul malaxorului *2* și axul motor *3*.

După cum rezultă din figură, atît cupa cît și agitatorul, în timpul funcționării, sînt în mișcare. Cupa execută o mișcare de rotație în jurul axei.

Scanned with OKEN Scanner

Agitatorul execută de asemenea o mișcare de rotație, însă inversă sensului de rotație a cupei.

Modul de lucru. După curățare, dezinfectare și spălare, drojdia presată se introduce în cupa malaxorului, lăsîndu-se la partea superioară un spațiu liber de circa 25% din înălțimea cupei.

Se pune malaxorul în mișcare, după care se adaugă apa necesară în 2—3 porțiuni, la intervale de circa 5 min. Pentru a ușura fasonarea drojdiei la mașina de calupat, în timpul malaxării se adaugă și ulei vegetal comestibil în proporție de 0,5—1% față de greutatea drojdiei.

După ce se apreciază că masa de drojdie este omogenizată, aceasta se trece în cupa mașinii de calupat drojdie.

Cînd malaxorul este amplasat pe palierul superior, drojdia ajunge prin cădere liberă, printr-un tub cu diametrul de 300—350 mm, în cupa mașinii care calupează și ambalează drojdia.

Malaxoarele perfecționate au cupa basculantă, astfel că aceasta se poate descărca fără efortul fizic necesar, în cazul malaxoarelor care se descarcă cu lopata.

Cînd malaxorul se găsește pe același palier cu mașina de ambalat, trecerea drojdiei din cupa malaxorului în cea a mașinii de calupat se execută manual sau parțial mecanizat prin folosirea unei benzi transportoare înclinate.

2. CALUPAREA ȘI AMBALAREA DROJDIEI

Caluparea este operația prin care, cu ajutorul unor mașini speciale, drojdia este modelată sub forma unor calupuri, care se ambalează în hîrtie pergaminată sau semipergaminată.

După tipul mașinilor folosite, în fabricile de drojdie se aplică una din următoarele scheme de lucru:

— calupare mecanică și ambalare manuală;
— calupare și ambalare mecanică.

Caluparea mecanică și ambalarea manuală. Această schemă de lucru se aplică în fabricile care au în dotare mașini de ambalare de tip vechi. Aceste mașini (fig. 195) sînt asemănătoare mașinilor de tocat carne.

Drojdia se introduce manual sau cu ajutorul unei benzi de transport, în pîlnia de alimentare *1*, din care este preluată de către șurubul fără sfîrșit *2* și împinsă continuu spre orificiul de ieșire la care se atașează dispozitivul *4*, care dă formă calupului. În imediata apropiere se găsește o mică platformă glisantă *5*, manipulată de un lucrător care taie ritmic calupurile de drojdie cu ajutorul unei ghilotine cu fir metalic *6* atașată la platforma glisantă.

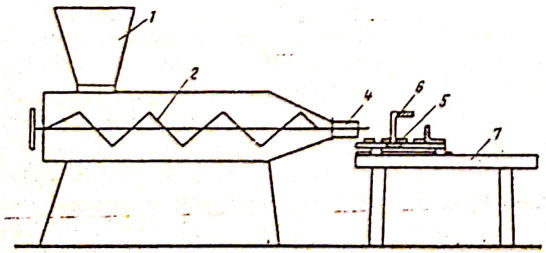


Fig. 195. Mașină de calupat drojdie.

Calupurile de drojdie sînt luate în continuare de lucrătorii care execută manual ambalarea drojdiei, pe masa *7*.

Această mașină de calupat se construiește din bronz și are o capacitate de 400—500 kg drojdie calupată pe oră, adică 800—1 000 calupuri de o jumătate de kilogram.

Dezavantajele acestei mașini sînt următoarele:

— au o productivitate mică;
— necesită multă forță de muncă (8—9 muncitori);
— nu asigură condiții igienice de manipulare a calupurilor de drojdie.

Caluparea și ambalarea mecanică. De mai bine de un deceniu, în fabricile noastre de drojdie se folosesc și mașini moderne de calupare și ambalare.

Drojdia malaxată se introduce într-o cupă de unde este împinsă continuu spre dispozitivul de formare. Calupurile sînt tăiate de un cuțit circular, apoi sînt ambalate automat și transportate de o bandă a mașinii, de pe care se iau manual și se introduc în ambalajul colectiv pentru livrarea drojdiei.

Mașinile automate pentru ambalarea drojdiei elimină dezavantajele care au fost arătate la mașina clasică de calupat drojdie.

Aceste mașini se construiesc pentru fasonarea și ambalarea drojdiei în pachete de 2 kg, 1 kg, 0,5 kg și mai mici.

Mașinile folosite la noi în țară ambalează drojdia în pachete de 1 kg, 0,5 kg și 0,1 kg.

3. LIVRAREA DROJDIEI

Cu toate că procesul tehnologic de fabricare a drojdiei comprimate se încheie cu ambalarea drojdiei, pînă la livrarea acesteia trebuie să se ia anumite măsuri, avîndu-se în vedere că, pe de o parte drojdia este un produs alimentar, iar pe de altă parte, este o masă de celule vii ale căror proprietăți trebuie să fie conservate în cele mai bune condiții.

Sub aceste aspecte, livrarea drojdiei trebuie să fie considerată din momentul pregătirii ambalajelor colective.

Aceste ambalaje sînt lădițe de lemn, cutii de carton sau material plastic care au capacitatea de 10 și 15 kg drojdie (20—30 de calupuri de 1/2 kg).

Tendința actuală este de înlocuire a lădițelor din material lemnos care poate fi valorificat superior în alte domenii ale economiei. Ambalajele cele mai avantajoase sînt cutiile din material plastic, care, fiind mai rezistente, au o durată mai mare de folosire și sînt mai igienice.

Indiferent de felul ambalajului folosit, condiția principală este ca acestea să fie curate și în bună stare.

O altă condiție care se impune este aceea ca lădițele de lemn să aibă spații între scînduri, iar cutiile de carton sau masă plastică — orificii — pentru a se putea asigura aerisirea calupurilor de drojdie din interior.

După introducerea calupurilor de drojdie, lădițele se închid.

Pe fiecare lădiță se lipește o etichetă pe care se menționează următoarele:

— denumirea și adresa fabricii;
— felul produsului (drojdie comprimată);
— greutatea netă;
— data ambalării;
— numărul standardului de stat pentru drojdie comprimată.

Scanned with OKEN Scanner

Cînd livrarea drojdiei se face la cîteva ore de la ambalare, sau a doua zi, lădițele sau cutiile cu drojdie trebuie să fie depozitate într-o încăpere răcită în care se menține o temperatură de 2...10°C

Menținerea drojdiei la o temperatură scăzută este explicată de necesitatea de a frîna procesele vitale ale celulelor de drojdie, cît și activitatea microorganismelor de infecții.

Răcirea drojdiei, înainte de livrare, este necesară mai ales în timpul verii și cînd transportul pînă la beneficiari se efectuează cu mijloacele de transport obișnuite (vagoane de coletărie și mesagerie pe cale ferată sau autocamioane).

Cînd drojdia este răcită în toată masa la 4—5°C, dacă este încărcată imediat în mijlocul de transport și transportul se efectuează pe timpul nopții, poate ajunge în bune condiții la beneficiari, la o distanță de 300—400 km. Sînt însă situații cînd drojdia se transportă pe distanțe de 500—600 km pe o durată care depășește 48 de ore, cu două sau trei transbordări, fiind supusă intemperiilor sau chiar expusă la soare. În aceste condiții, o drojdie chiar de foarte bună calitate uneori poate ajunge alterată la beneficiari.

Cînd este transportată cu vagoane de mesagerie pe calea ferată, lădițele sau cutiile sînt puse una peste alta fără spații, neasigurîndu-se în felul acesta aerisirea drojdiei. Temperatura în masa acesteia crește datorită intensificării proceselor vitale ale celulelor, concomitent intensificîndu-se și activitatea microorganismelor de infecție.

Din aceste considerente, livrarea drojdiei trebuie să se facă cu mijloace de transport răcite (vagoane și autobuze izoterme), asigurîndu-se astfel conservarea în bune condiții a drojdiei și păstrarea însușirilor ei calitative.

E. PROTECȚIA MUNCII LA EXPLOATAREA UTILAJELOR

În afara regulilor generale de protecție a muncii care trebuie respectate, pentru prevenirea accidentelor sînt necesare următoarele măsuri:

— Separatoarele centrifugale trebuie să fie perfect centrate. Din anumite cauze, cum sînt montarea greșită a tobei sau a axului, în timpul funcționării la turații de 4 000—5 000 rot/min pot să apară vibrații atît de puternice încît să smulgă separatorul din fundație.

— Pentru evitarea unor asemenea situații, separatoarele sînt verificate și centrate periodic. De asemenea, se verifică și starea garniturilor de cauciuc care se pun între postament și fundație pentru amortizarea vibrațiilor.

Periodic se verifică și starea piulițelor de la buloanele de fundație, care trebuie să fie prevăzute cu contrapiulițe.

— Deoarece spălarea separatoarelor necesită un mare efort fizic pentru demontarea și montarea tobelor separatoarelor, încăperea trebuie să fie dotată cu un monorai (monoșină), de care se suspendă un scripete mobil.

Cu ajutorul acestui scripete se manipulează cu efort redus toba separatoarelor la demontare și montare.

— Cureaua și transmisia dintre motorul electric și șaiba pompei de lapte de drojdie trebuie să fie prevăzută cu apărător de curea.

— Înainte de punere în funcțiune se verifică supapa de suprapresiune a filtrelor-presă.

— În timpul funcționării filtrelor-presă trebuie să se observe la intervale cît mai scurte presiunea la manometrul instalat pe conducta de lapte de drojdie.

— Nu este permisă introducerea mîinii în malaxorul de drojdie în timpul funcționării acestuia.

— Intervențiile pentru reparații la mașina de calupat și ambalat drojdie trebuie să se facă numai după ce aceasta este scoasă din funcțiune.

F. CONTROLUL CALITĂȚII DROJDIEI COMPRIMATE

Pentru a putea fi livrată întreprinderilor de panificație și în comerț, drojdia comprimată trebuie să îndeplinească anumite condiții de calitate.

Condițiile tehnice de calitate, condițiile de recepție, metodele de analiză a drojdiei, precum și condițiile de ambalare, marcare, depozitare și transport sînt reglementate prin standardul pentru drojdia comprimată.

Prin condițiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească drojdia se înțeleg:

— proprietățile organoleptice;

— proprietățile fizico-chimice și biologice.

1. PROPRIETĂȚI ORGANOLEPTICE

Proprietățile organoleptice ale drojdiei sînt acelea care pot fi percepute prin văz, gust și miros.

Principalele proprietăți organoleptice pe care trebuie să le îndeplinească drojdia comprimată sînt următoarele:

— *Aspectul*. Drojdia trebuie să se prezinte ca o masă solidă cu suprafața netedă.

— *Consistența*. Drojdia în calupuri trebuie să fie densă, să se rupă ușor, să nu fie onctuoasă, lipicioasă sau viscoasă.

— *Culoarea* drojdiei trebuie să fie cenușie-deschis, cu nuanță gălbuie uniformă în masă.

— *Gustul* trebuie să fie corespunzător drojdiei proaspete. Nu se admite gustul rînced sau amar.

— *Mirosul* trebuie să fie caracteristic drojdiei. Nu se admite miros de mucegai sau alte mirosuri străine.

2. PROPRIETĂȚI FIZICO-CHIMICE ȘI BIOLOGICE

Principalele caracteristici fizico-chimice și biologice care se verifică înainte de livrarea drojdiei sînt următoarele:

— umiditatea;

— aciditatea;

— durata de creștere;

— durabilitatea;

— analiza microscopică.

Dintre acestea, umiditatea și durata de creștere sînt analize obligatorii prevăzute de standardele de stat.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul XLIII

PROCEDEE TEHNOLOGICE PERFECȚIONATE ȘI MODERNE DE FABRICARE A DROJDIEI COMPRIMATE

În industria drojdiei de panificație s-au realizat o serie de progrese care contribuie la îmbunătățirea randamentelor de fabricație, a calității drojdiei și implicit la îmbunătățirea eficienței economice a fabricilor.

Direcțiile principale în care a evoluat și evoluează tehnologia și tehnica în fabricarea drojdiei de panificație constau în următoarele:

— selecționarea unor tulpini de drojdie cu însușiri calitative superioare;

— cunoașterea mai aprofundată a caracteristicilor melaselor și a metodelor de asigurare a tuturor factorilor necesari dezvoltării optime a drojdiilor;

— perfecționarea tehnologiilor de fabricație;

— perfecționarea utilajelor tehnologice.

În prezent, pe plan mondial se aplică o gamă largă de procedee tehnologice periodice, semicontinue și chiar continue, în care drojdia se multiplică în 4—8 faze.

Pe lîngă realizările importante în ceea ce privește construirea de utilaje moderne, cum ar fi separatoarele perfecționate de melasă și de drojdie, filtrele rotative cu vacuum, mașinile automate de calupat și ambalat drojdie, cele mai de seamă sînt perfecționările aduse în fazele de multiplicare a drojdiilor.

Astfel, sînt cunoscute următoarele procedee tehnologice perfecționate: procedeul semicontinuu de multiplicare a drojdiilor în mediu alcoolic și procedeul de multiplicare a drojdiilor în plămezi concentrate.

Cele mai bune rezultate în exploatare, atît pe plan mondial cît și în țara noastră, îl dă procedeul de multiplicare a drojdiilor în plămezi concentrate.

A. PROCEDEUL DE MULTIPLICARE A DROJDIEI ÎN PLĂMEZI CONCENTRATE

Acest procedeu de fabricație a drojdiei se bazează pe folosirea sistemului dinamic de aerare, care marchează o nouă etapă de dezvoltare a industriei drojdiei de panificație.

După cum s-a arătat, în procesul de multiplicare a drojdiilor în cele cinci faze, aerul se introduce în plămezi prin sisteme statice de aerare (serpentine și țevi perforate). La aceste sisteme de aerare nu se poate realiza o suprafață mare de contact între aer și lichid. Prin urmare, aerul nu este dispersat în bule foarte mici, situație în care se poate dizolva în plămadă mai mult oxigen.

Datorită acestor inconveniente pe care le prezintă sistemele statice de aerare, în diferitele faze de multiplicare se formează în plămezi mai mult sau mai puțin alcool, iar în final, în faza a V-a de multiplicare, nu se poate acumula mai mult de 38—42 g drojdie cu 27% substanță uscată/l.

Sistemul dinamic de aerare elimină inconvenientele sistemului static de aerare.

La sistemele dinamice, aerul introdus continuu este dispersat foarte fin în plămadă. Ca urmare a acestui fapt, se mărește gradul de utilizare a oxigenului și, implicit, se reduce consumul de aer. Sistemele dinamice de aerare au creat posibilitatea multiplicării drojdiilor în plămezi de concentrație 1 : 4 pînă la 1 : 10.

Aceasta se reflectă în avantajul considerabil care constă în obținerea, în final, într-un litru de plămadă, a unei cantități de drojdie cu 27% substanță uscată de 4—5 ori mai mare (175—200 g/l) față de sistemul clasic de aerare.

La obținerea unor asemenea rezultate mai contribuie și alte progrese realizate în procesul tehnologic, cum ar fi automatizarea alimentării linurilor cu melasă, soluție de săruri nutritive, acizi grași și acid sulfuric, acesta din urmă fiind întrebuințat pentru menținerea pH-ului optim.

În figura 196 este redat un lin de multiplicare a drojdiilor cu sistem dinamic de aerare.

Acesta are formă cilindrică și este construit din tablă de oțel inoxidabil.

Volumul linului este în funcție de faza de multiplicare a drojdiilor în care se folosește și de capacitatea de producție a fabricii, fiind cuprins între 10 și 125 m³.

Linul *1* este dotat cu sistemul de aerare dinamic (rotor cu palete) *2*, care este antrenat de la un motor electric *3*, prin intermediul unui reductor de turație *4*. Aerul se introduce prin conducta *5*, care are legătură cu paletele rotorului *2*, din care (aerul) iese în plămadă.

Sistemul de răcire este format dintr-un sistem interior de răcire, care este format dintr-o manta dublă *6*, și cel exterior, format din două spire perforate *7*, care stropesc linul la exterior.

Melasa se introduce prin conducta *8*, care pătrunde în interiorul linului, ca și conducta *9* de alimentare cu soluție de amoniac. Apa se introduce prin conducta *10*, soluția de sulfat de amoniu prin conducta *11*, acidul sulfuric prin conducta *12*, soluția de superfosfat de calciu prin conducta *13*, iar acizii grași prin conducta *14*, care este montată în zona spărgătorului de spumă *15*.

În varianta cea mai răspîndită, reprezentată schematic în figura 197, drojdiile se multiplică în primele patru faze în mediu alcoolic, în vase de multiplicare obișnuite. În faza a III-a de multiplicare, plămada este separată. Laptele de drojdie este folosit pentru însămînțarea plămezii din faza a IV-a iar plămada fără drojdii se distilă pentru recuperarea alcoolului.

Aceste operații se repetă și în faza a IV-a.

Numai în faza a V-a se folosește sistemul de aerare dinamic.

În această fază, alimentarea cu melasă, soluție de săruri nutritive, acid sulfuric și acizi grași este automatizată.

Datorită acestor perfecționări se realizează o înmulțire masivă a drojdiilor care în condițiile cele mai bune pot să ajungă și peste 200 g/l.

Această variantă este foarte avantajoasă, deoarece din 100 kg melasă cu 50% zahăr se pot obține 40—41 kg drojdie cu 27% substanță uscată și 20—21 l alcool absolut.

În cea de-a doua variantă (fig. 198) în care se urmărește obținerea numai a drojdiei, fără alcool, sistemul de aerare dinamic este folosit începînd cu faza a II-a de multiplicare.

În faza a III-a, plămada este separată. Laptele de drojdie se depozitează în vase izoterme, iar plămada fără drojdii se elimină la canal.

Scanned with OKEN Scanner

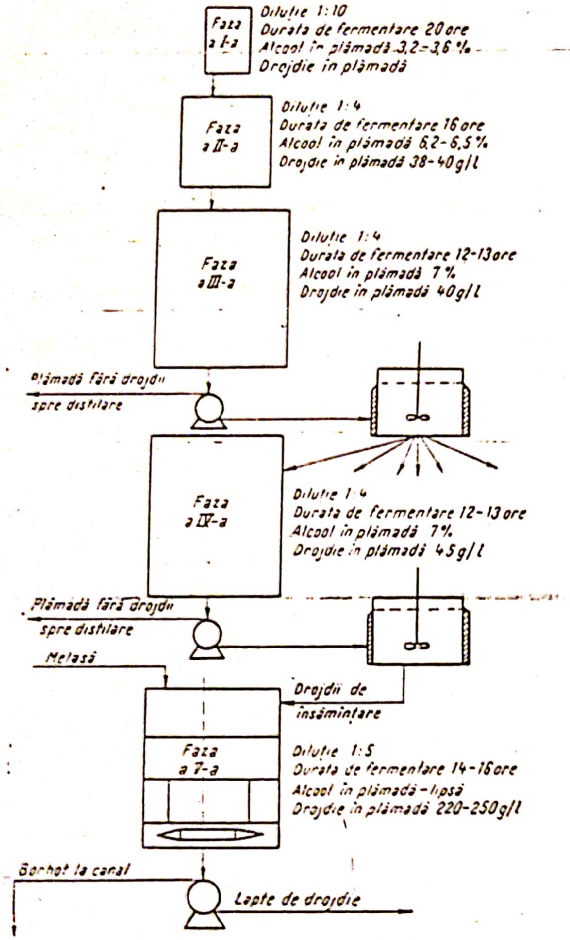


Fig. 197. Schema procesului de multiplicare a drojdiilor în plămezi concentrate și în mediu alcoolic.

Operația se repetă și în faza a IV-a, iar în faza a V-a se obține drojdia de vînzare. În rest, procesul tehnologic (separare-filtrare-presare-calupare și ambalare) se desfășoară în modul arătat la descrierea operațiilor respective.

Atît randamentele cît și calitatea drojdiei obținute în procedeul cu plămezi concentrate și cu sistem dinamic de aerare sînt superioare celor realizate cu sistemul clasic de fabricație a drojdiei.

Randamentele pot să atingă procentul de 91—93% (drojdie cu 27% substanță uscată). Calitatea drojdiei este de asemenea superioară, durata de creștere putînd să atingă și 45 min, iar durabilitatea să depășească 5 zile. Consumul de apă, abur, energie electrică, săruri nutritive, acizi grași, acid sulfuric etc. sînt mai reduse, datorită mijlcacelor tehnice perfecționate de dozare și urmărire a consumurilor orare și zilnice.

B. FABRICAREA DROJDIEI USCATE

În ultimii ani a început să se folosească pe scară tot mai largă drojdia uscată de panificație.

Prin producerea drojdiei uscate se elimină deficiențele care au fost arătate în cazul drojdiei comprimate.

În comparație cu aceasta din urmă, drojdia uscată prezintă următoarele avantaje:

— se poate păstra la temperatura ambiantă mai multe luni fără să se altereze;

— poate fi transportată în condiții obișnuite în cele mai îndepărtate locuri;

— pentru dezvoltarea aceleiași puteri de dospire a aluatului se folosește o cantitate mai redusă de drojdie uscată în comparație cu drojdia comprimată (umedă).

Deosebit de cele de mai sus, fabricarea drojdiei uscate contribuie la realizarea unei producții ritmice la fabricile de drojdie.

Astfel, în perioadele de consum minim, surplusul de drojdie se usucă și se folosește în perioadele de vîrf de consum cînd cererile mari depășesc posibilitățile de producție ale fabricilor.

Fabricarea drojdiei uscate constă în deshidratarea în anumite condiții a celulelor de drojdie pînă la un conținut de umiditate de 7,5—9%.

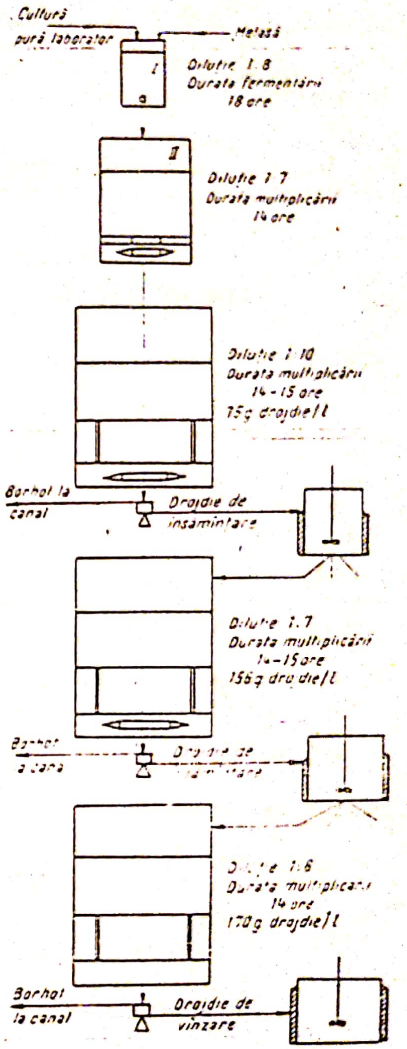


Fig. 198. Schema procesului tehnologic de multiplicare a drojdiilor în plămezi concentrate fără fermentație alcoolică.

Schema procesului tehnolgioc de fabricare a drojdiei uscate este următoarea:

— fabricarea drojdiei umede pentru uscare;
— granularea drojdiei umede;
— uscarea drojdiei;
— ambalarea și depozitarea drojdiei uscate.

Scanned with OKEN Scanner

FABRICAREA DROJDIEI FURAJERE

Capitolul XLIV

TEHNOLOGIA DE FABRICARE A DROJDIEI FURAJERE

Importanța proteinelor în alimentația omului

Proteinele sînt substanțe cu molecule foarte mari, alcătuite din lanțuri de aminoacizi. Din punct de vedere al compoziției chimice, proteinele conțin carbon, hidrogen, oxigen, azot (circa 16%) și sulf.

Cu excepția apei, proteinele reprezintă constituientul de bază al corpului omenesc (16%) și partea principală a mușchilor, pielii, părului etc.

Fără proteine viața nu este posibilă, acestea îndeplinind importante funcțiuni în procesul vieții, și anume: de nutriție, de creștere și de reproducere.

Principalii constituienți ai proteinelor sînt aminoacizii.

Organismul uman nu are posibilități de sintetizare a aminoacizilor. Dintre cei aproximativi 30 de aminoacizi care intră în constituția proteinelor, 10 aminoacizi sînt indispensabili desfășurării proceselor vitale normale. Aceștia sînt: leucina, izoleucina, valina, cistina, lizina, metionina, treonina, fenilamina, tirozina și triptofanul.

Într-o alimentație corectă, acești aminoacizi trebuie să fie asigurați prin proteinele de origine animală și vegetală, folosite în hrana omului.

Asigurarea necesarului fiziologic de proteine constituie în prezent cea mai importantă problemă a situației alimentare de pe glob. Din statisticile oficiale, rezultă că mai mult de jumătate din populație globului consumă în medie numai 2/3 din necesitățile zilnice de proteine, iar consumul de proteine animale nu reprezintă nici 25% din necesități.

Din această cauză statele lumii fac eforturi deosebite pentru evitarea creșterii deficitului de proteine, pentru asigurarea minimului necesar, în concordanță cu creșterea demografică prevăzută în viitor.

Drojdia, sursă importantă de proteine

Una din principalele căi pentru diminuarea deficitului de proteine este dezvoltarea producției de drojdie care se folosește atît în scopuri alimentare cît și în scopuri furajere.

O sursă bogată de aminoacizi indispensabili este drojdia furajeră. Pe lîngă aminoacizi aceasta mai conține vitamine din grupa B (vitaminele B_1, B_2, B_6 și B_{12}), vitamină PP, acid pantotenic și erogosterină în proporție de 0,5—1%. Ergosterina, iradiată cu radiații ultraviolete, trece în vitamină D_2, obținîndu-se astfel un conținut mai mare din această vitamină în drojdie, decît în untura de pește.

În compoziția drojdiei furajere, în afară de proteine și vitamine, mai intră substanțe minerale și microelemente.

Componentul principal al drojdiei furajere sînt proteinele, care reprezintă 45—53% din substanța uscată a acesteia.

Datorită acestui conținut ridicat de proteine, drojdia furajeră este un component deosebit de prețios în rețeta furajelor combinate, fiind un factor foarte important în creșterea animalelor și a păsărilor.

Pînă în anul 1960, pe plan mondial, drojdia furajeră se fabrica în cantități reduse. După perfecționarea tehnologiilor și utilajelor și în funcție de resursele de materii prime, tot mai multe țări au trecut la organizarea producției de drojdie furajeră.

PROCEDEE DE FABRICARE A DROJDIEI FURAJERE

Drojdia furajeră se obține ca produs secundar la fabricarea berii, la fabricarea spirtului din melasă, sau în instalații speciale, prin prelucrarea materiilor prime care conțin zaharuri, acizi organici, aminoacizi sau altă sursă de carbon asimilabil (ex: hidrocarburile parafinate din produsele petroliere).

Materiile prime care pot fi folosite la fabricarea drojdiei furajere sînt următoarele: melasa, borhotul de melasă, leșiile bisulfitice rezultate de la fabricarea celulozei și a hîrtiei, hidrolizatele (din paie, coceni, stuf, deșeuri forestiere, coji de floarea-soarelui etc.) și produse petroliere (normal parafinele).

În cazul prelucrării acestor materii prime se folosesc alte drojdii decît *Saccharomyces cerevisiae*, care au capacitatea de a asimila zaharuri (hexoze sau pentoze), acizi organici, aminoacizi etc. Aceste drojdii fac parte din categoria drojdiilor sălbatice (necultivate).

Cele mai des folosite sînd drojdiile din genurile: *Candida* (*Candida tropicalis*, *Candida arborea*, *Candida pulcheria* etc.), *Torulopsis utilis*, *Monilia murmanica*, *Hansenula anomala* etc.

Principalele probleme care se pun în cazul prelucrării diferitelor materii prime sînt următoarele:

— folosirea genului de drojdie care să asimileze în cea mai mare măsură sursele de carbon din mediu;

— alegerea tipului de fermentator, prin care să se asigure un randament maxim cu consumuri mici de apă, energie electrică, abur etc.;

— alegerea procesului tehnologic care să permită siguranță în menținerea parametrilor tehnologici optimi în toate fazele procesului tehnologic.

1. OBȚINEREA DROJDIEI FURAJARE LA FABRICAREA BERII

În procesul tehnologic de fabricare a berii, pentru fermentarea mustului obținut din malț se utilizează drojdii (*Saccharomyces cerevisiae*) de fermentație inferioară, care formează un sediment în tancurile de fermentare.

La fiecare hectolitru de bere fabricat, rezultă 0,5—1 kg de drojdie de bere cu 25% substanță uscată.

Drojdia de bere se utilizează la prepararea extractelor de drojdie alimentare și la prepararea concentratului de vitamine complex.

O utilizare importantă a acestei drojdii este folosirea ei la obținerea drojdiei furajere.

Scanned with OKEN Scanner

În principiu, aceasta constă în următoarele:

După tragerea berii din tancuri, drojdia rămîne în acestea sub forma unui sediment, care este colectat într-un vas cu agitator și diluat cu apă în raportul de 1 : 4. Drojdia este apoi trecută printr-un filtru cu sită pentru reținerea impurităților grosiere și apoi printr-un separator centrifugal în scopul eliminării apei.

Pentru înlăturarea substanțelor amare este indicat ca drojdia să fie tratată cu o soluție de 1% NaCl în raport de 4 : 1, față de drojdie. Împreună cu soluția de NaCl drojdia este agitată continuu într-un vas cu agitator timp de o jumătate de oră, după care este din nou trecută printr-un separator centrifugal.

După separare, drojdia mai este spălată cu apă în 3 etape.

Drojdia rezultată de la ultima spălare este uscată cu ajutorul unui uscător cu tambur, agentul de uscare fiind aburul la temperatura de 110°C.

Pelicula de drojdie uscată este desprinsă de pe suprafața tamburului care se rotește, cu ajutorul unui cuțit.

Drojdia, colectată sub formă de solzi, este măcinată și însăcuită.

Drojdia uscată, astfel obținută, are umiditatea de 7—8% și un conținut de proteine de 43—47%. Din 1 000 kg drojdie de bere lichidă, care inițial are umiditatea de 88—90% se obțin 80—85 kg drojdie furajeră uscată.

2. OBȚINEREA DROJDIEI FURAJERE LA FABRICAREA SPIRTULUI DIN MELASĂ

După fermentare, plămezile de melasă conțin 5—5,5% drojdii față de greutatea melasei prelucrate, adică 1 m³ de plămadă fermentată conține de la 12 kg pînă la 18 kg drojdie (exprimată în drojdie presată cu 25—26% substanță uscată).

Ca și în alte țări, și în țara noastră, drojdia, din plămezile de melasă fermentate, se recuperează fiind destinată furajării animalelor.

În fabricile de spirt care prelucrează melasă se folosesc două procedee de recuperare a drojdiilor:

— procedeul de recuperare din plămezile fermentate înainte de distilare;

— procedeul de recuperare din plămezile fermentate după distilare.

Procedeul de recuperare a drojdiilor din plămezile fermentate, înainte de distilare. Acest procedeu constă în: separarea drojdiilor din plămezile fermentate; concentrarea laptelui de drojdie și recuperarea alcoolului din acesta; uscarea laptelui de drojdie concentrat.

Separarea drojdiilor se realizează cu ajutorul unor separatoare centrifugale capsulate, pentru reducerea pierderilor de alcool din plămadă.

Prin separare se pierde 1,7—1,8 la mie din conținutul de alcool. După separare, plămezile din care s-a separat drojdia sînt distilate, iar laptele de drojdie este trecut în faza următoare a procesului tehnologic.

Concentrarea și recuperarea alcoolului se realizează în instalații speciale care funcționează sub un vid de 500—600 mm Hg.

Alcoolul recuperat este condensat și captat la concentrații de 40—60%.

Laptele de drojdie cu o concentrație de 15—17% este trecut la uscare.

Uscarea se realizează cu tamburi de uscare în aceleași condiții arătate la recuperarea drojdiilor în fabricile de bere.

Procedeul de recuperare a drojdiilor din plămezile fermentate, după distilare

Cu toate că prin acest procedeu la distilare se pierde circa 15% din substanță uscată a drojdiei, el este preferat deoarece se reduc pierderile de alcool care au loc în cazul procedeului descris anterior.

Principalele faze tehnologice ale acestui procedeu sînt următoarele:

Răcirea borhotului dezalcoolizat. Borhotul evacuat din coloana de distilare este captat într-un rezervor tampon din care este preluat de o pompă și trecut printr-un schimbător de căldură în care se răcește pînă la 30...35°C.

Separarea drojdiilor. Borhotul răcit este trecut la separare, care se realizează cu ajutorul unor separatoare centrifugale de tipul acelora folosite la fabricarea drojdiei de panificație.

După prima separare se obține un lapte de drojdie care conține 30—40 g drojdie/litru.

În cea de a doua separare se realizează o concentrație 100—120 g drojdie/l.

În treapta a treia de separare, concentrația laptelui de drojdie este de 200—250 g/litru.

Separarea continuă pînă cînd laptele de drojdie conține 550—600 g drojdie la un litru.

Concentrarea laptelui de drojdie. După ultima treaptă de separare, laptele de drojdie conține 12—15% substanță uscată. Pentru a se realiza un conținut de 23—25% substanță uscată, laptele de drojdie se concentrează în aparate cu sau fără vid.

Laptele de drojdie concentrat poate fi folosit ca atare la furajarea animalelor (în combinație cu alte furaje). Avînd în vedere faptul că este foarte alterabil, se poate conserva prin adaos de 1% acid sulfuric sau 0,6% acid clorhidric sau 1,5% acid lactic, care asigură conservarea pe timp de 3—5 zile.

Drojdia care se consumă imediat sau peste cîteva zile se poate usca, sub această formă putînd să fie livrată la distanțe mari sau să fie folosită după perioade mai lungi de la fabricație.

În ambele procedee randamentul în drojdie furajeră uscată cu 8% umiditate este cuprins între 3 și 5 kg/1 hl alcool absolut.

3. FABRICAREA DROJDIEI FURAJERE DUPĂ PROCEDEUL DROJDIE-ALCOOL

Acest procedeu se aplică cu rezultate bune în fabricile de spirt care prelucrează melasă.

Spre deosebire de procedeul clasic de fermentare, în procedeul drojdie-alcool se face o aerare moderată a plămezilor în timpul fermentației pentru stimularea înmulțirii drojdiei și deci a acumulării de masă celulară. În final, în plămezile fermentate se acumulează o cantitate de circa două ori mai mare de drojdii față de procedeul clasic de fermentare, fără aerare.

Celelalte faze ale procesului tehnologic pînă la obținerea drojdiei uscate sînt identice cu cele arătate la procedeul de recuperare a drojdiilor din plămezile fermentate, înainte de distilare.

Scanned with OKEN Scanner

4. FABRICAREA DROJDIEI FURAJERE DIN BORHOT DE MELASĂ

La fabricarea spirtului din melasă, după distilarea plămezilor fermentate, rezultă borhotul de melasă. Acest borhot conține între 7 și 10% substanță uscată, în funcție de caracteristicile inițiale ale melasei (raportul între zahăr și nezahăr) și după cum s-a lucrat cu plămezi de melasă mai puțin sau mai mult concentrate.

Borhotul de melasă conține o serie de componente, cum sînt: acizi organici, pentoze, glicerină, săruri de: potasiu, sodiu, calciu, magneziu, fier, aluminiu, sulf, fosfor etc.

Un hectolitru de borhot conține circa 3 kg de substanțe care pot constitui sursă de carbon, din care 0,4 kg substanțe reducătoare, 0,6 kg glicerină și 2 kg acizi organici. De asemenea, mai conține vitamine, cum sînt: acidul folic, acidul nicotinic, acidul pantotenic, biotină, piridoxină, riboflavină.

Cantitatea de borhot de melasă care rezultă din fabricație este de 12—13 l borhot/1 l spirt absolut.

Pentru fabricarea drojdiei furajere din borhot de melasă sînt practicate două procedee tehnologice, fiecare cu instalații specifice în faza de multiplicare a drojdiilor. Acestea sînt procedeul Vogelbusch și procedeul Lefrançois.

Procedeul Vogelbusch

Principalele faze ale acestui proces tehnologic sînt următoarele:
— prepararea culturilor pure de drojdie;
— tratarea și răcirea borhotului;
— prepararea soluției de săruri nutritive;
— multiplicarea drojdiei;
— separarea drojdiei din plămezi;
— concentrarea laptelui de drojdie;
— uscarea drojdiei;
— ambalarea drojdiei uscate.

Pregătirea culturilor pure de drojdie. Drojdiile de cultură folosite la producerea drojdiei furajere din melasă sînt *Torula utilis*, *Candida tropicalis* etc.

Cultura pură de laborator se prepară în condiții identice cu cele arătate la cultura pură pentru drojdia de panificație. Ca mediu de cultură poate fi folosit mustul de malț sau melasa.

Cultura pură de laborator este apoi multiplicată în două faze în fabrică.

În prima fază, multiplicarea se face în 22—24 ore, pe mediu de melasă, în condiții asemănătoare fazei întîi de multiplicare a drojdiilor de cultură din fabricile de drojdie de panificație.

În cea de a doua fază, multiplicarea are loc într-un vas de circa 10 ori mai mare ca volum. Mediul de cultură poate fi melasa sau borhotul de melasă, cu adaos de melasă, care se folosește de obicei pentru a acomoda drojdiile la mediul care se va folosi în vasele de multiplicare masivă (linurile de fermentare).

Spre deosebire de prima fază, în care cultura pură de drojdie provenită din laborator se introduce în mediu dinainte pregătit, în cea de a doua fază, cultura (din prima fază) se introduce în vasul de multiplicare prin sistem închis (prin conductă), peste o cantitate de mediu preparată anterior. Pe parcursul multiplicării, se adaugă mediul nutritiv format din melasă și soluție de săruri nutritive de azot și fosfor.

Multiplicarea drojdiilor durează 20—22 ore, se desfășoară la temperatura de 30...32°C și la un pH 5—5,2, valoarea acestor parametri tehnologici fiind asemănătoare cu a celor din faza întîi de multiplicare.

Tratarea și răcirea borhotului. Aceasta constă în filtrare pentru îndepărtarea unor eventuale corpuri străine și impurități și apoi în răcirea lui pînă la temperatura de 30...35°C, care se efectuează cu ajutorul unui schimbător de căldură construit din material antiacid. Borhotul răcit este pompat în rezervoarele de alimentare a linurilor de multiplicare a drojdiilor.

Prepararea soluțiilor de săruri nutritive se efectuează în vase construite din tablă inoxidabilă. Ca surse de azot se folosesc sulfatul de amoniu sau fosfatul de amoniu secundar, iar ca sursă de fosfor, superfosfatul de calciu sau acidul fosforic. Modul de preparare a soluției de săruri nutritive este asemănător cu cel descris la fabricarea drojdiei de panificație.

La fabricarea drojdiei furajere, cantitățile de săruri nutritive cu azot și fosfor se calculează astfel ca în drojdia uscată să se asigure un conținut de 3,5% P_2O_5 și 8% azot.

Multiplicarea drojdiilor are loc în linuri de fermentare de construcție identică cu cele descrise la capitolul „Procedee tehnologice perfecționate și moderne de folosire a drojdiei comprimate".

Multiplicarea drojdiilor în aceste vase de fermentare perfecționate se desfășoară în mod continuu.

În raport cu capacitatea, o fabrică de drojdie furajeră poate fi dotată cu două linuri de fermentare sau multiplu de două, deoarece în multiplicarea continuă a drojdiilor, mediul de cultură în care se dezvoltă drojdiile din primul vas, trece continuu în cel de al doilea vas. Debitul de evacuare din primul vas este aproximativ egal cu debitul total al borhotului de melasă și al soluțiilor de săruri nutritive care se introduc continuu în acesta. În cel de al doilea vas nu se face alimentarea cu borhot de melasă și săruri nutritive, ci numai asimilarea substanțelor nutritive din mediu și în consecință creșterea volumului de biomasă.

Volumul obișnuit al vaselor de fermentare construite din tablă inoxidabilă este de circa 120 m³. În timpul funcționării 80% din volumul total este ocupat de mediu (plămadă și stratul de spumă).

În instalațiile Vogelbusch procesul tehnologic poate fi în întregime automatizat. Astfel, se efectuează automat dozarea cu borhot la concentrația cu care rezultă de la distilare, soluție de săruri nutritive, acid sulfuric, apă de răcire și agent de antispumant, asigurîndu-se menținerea parametrilor tehnologici la nivelele optime (pH = 4,5—5,2, temperatură 30...32°C etc.), plămada de drojdie din ultimul vas de multiplicare este evacuată într-un vas — denumit maturator — de formă cilindrică (asemănător unui vas clasic de multiplicare a drojdiei de panificație) în care sînt asimilate — în condiții normale — resturile de substanțe nutritive din mediu și se termină procesele de multiplicare a drojdiilor.

Acest vas servește și ca vas tampon pentru alimentarea separatoarelor centrifugale.

Separarea drojdiilor din plămezi se efectuează cu separatoare obișnuite, în 2—3 trepte, în vederea îndepărtării substanțelor colorante din mediu, a sărurilor solubile etc., care ar putea afecta calitatea drojdiei uscate.

După prima separare se obține un lapte de drojdie cu o concentrație de 14—16% substanță uscată.

Scanned with OKEN Scanner

Concentrarea laptelui de drojdie. Capacitatea instalațiilor de uscare este dimensionată pentru uscarea laptelui de drojdie, care trebuie să conțină minimum 18% substanță uscată. Concentrarea în substanță uscată se realizează în instalații speciale care funcționează sub vid. Laptele de drojdie concentrat este pompat în vase tampon din care se alimentează continuu instalația de uscare.

Uscarea drojdiei. În fabricile de drojdie furajeră cu o capacitate pînă la 6—7 t produs finit/zi, uscarea se realizează cu uscătoare cu tuburi. Peste această capacitate, devine economică utilizarea atomizoarelor.

Atomizoarele sînt vase de formă tronconică în care pe la partea inferioară (vîrful conului) se introduce aer încălzit la 300°C care se evacuează pe la partea superioară la temperatura de 95...98°C.

În contracurent, circulă laptele de drojdie, foarte fin pulverizat. Pulverizarea se realizează cu ajutorul unui dispozitiv numit atomizor. Acesta este un disc rotativ cu o turație de 12—14 mii rot/min, amplasat la partea superioară a atomizorului. Prin pulverizarea foarte fină a laptelui de drojdie se realizează o suprafață foarte mare de contact cu aerul încălzit și ca urmare o uscare aproape instantanee.

Drojdia uscată se acumulează în vîrful conului, de unde este preluată și transportată pneumatic în rezervorul de depozitare din sala de ambalare.

La uscarea drojdiei pe tuburi, drojdia, avînd forma de solzi, este trecută la o moară de măcinare care o macină pînă la finețea unei pulberi.

Ambalarea drojdiei. Se realizează cu instalații speciale care dozează 25—35 kg drojdie uscată la un sac. Sacii sînt apoi cusuți cu o mașină specială și stivuiți în magazia de produs finit.

Procedeul Lefrançois

Acest procedeu prezintă deosebiri esențiale, în faza de multiplicare a drojdiilor, care constau în următoarele: volumul vaselor de fermentare este de 5—6 ori mai mare decît al celor tip Vogelbusch, deoarece, pe de o parte, se lucrează cu plămezi mai diluate (borhotul de melasă se dilucază în proporție de 1 : 1 cu apă), iar pe de altă parte, în timpul funcționării, se utilizează numai 25—30% din volumul geometric total al tinului.

O altă deosebire constă în aceea că spuma formată nu se combate în vasul de multiplicare ca în cazul instalației Vogelbusch. Instalația Lefrançois este prevăzută cu o instalație specială de spargere a spumei, operație care se execută după evacuarea plămezii cu drojdii din tin și înainte de separarea drojdiilor.

Din compararea în practică a celor două procedee, rezultate mai bune în exploatare au dat instalațiile cu procesul tehnologic Vogelbusch.

Potrivit rezultatelor obținute de fabricile care aplică aceste procedee, randamentele în drojdie uscată cu 8% umiditate sînt de 10—13 kg/1 hl alcool absolut.

Cele mai multe fabrici practică și adaosul de melasă în borhot în proporție de 1—2% față de borhotul prelucrat, pentru a spori cantitatea de drojdie furajeră.

Pentru obținerea unei tone de drojdie furajeră cu 8% substanță uscată, practic se consumă: borhot 90—100 m³; azot 70—120 kg; P_2O_5 35—50 kg; antispumanți 35—100 kg; H_2SO_4 480—900 kg; abur de 7 daN/cm² 6 000—8 000 kg; apă de 20°C, 450—550 m³; energie electrică 1 100—1 200 kWh.

5. FABRICAREA DROJDIEI FURAJERE DIN MELASĂ

Procesul tehnologic de fabricație este asemănător cu cel descris la fabricarea drojdiei furajere din borhot de melasă, după procedeul Vogelbusch.

În plus, trebuie să se precizeze următoarele, în cazul prelucrării melasei:

a) Pentru ca procesul tehnologic să se desfășoare în condiții normale și să se obțină randamente corespunzătoare (1 t drojdie furajeră uscată din 3,85—4 t melasă cu 50% zahăr) este necesar ca melasa să fie de foarte bună calitate. Aceasta înseamnă că nu trebuie să conțină inhibitori pentru drojdie (acizi volatili, sulf, clor, pesticide etc.), trebuie să conțină cel puțin 0,15% azot asimilabil, să conțină factorii de creștere necesari denumiți și factori nutritivi-biologic activi, cum sînt acidul pantotenic, biotina, inozitolul etc., și să nu fie infectată cu microorganisme (bacterii, drojdii și mucegaiuri).

b) În procesul de multiplicare, concentrația plămezii este de 1 : 8 pînă la 1 : 10, adică la 8 sau 10 m³ de mediu se folosește 1 t de melasă.

Mediul fiind foarte bogat în elemente nutritive este prielnic și pentru dezvoltarea microorganismelor infectante. Din această cauză, la fabricarea drojdiei furajere din melasă cînd nu se iau măsuri excesive de spălare, dezinfectare și sterilizare a instalațiilor, utilajelor și a conductelor tehnologice, a încăperilor de fabricație, măsuri de sterilizare corespunzătoare a mediilor de cultură apar frecvente infecții cu microorganisme, care duc la dereglarea procesului și la randamente scăzute.

c) Din practica fabricilor de drojdie furajeră din melasă s-a dovedit că această materie primă nu este rentabilă pentru producerea drojdiei furajere.

6. FABRICAREA DROJDIEI FURAJERE DIN LEȘII BISULFITICE

La fabricarea celulozei și a hîrtiei din lemn de rășinoase sau foioase, rezultă soluții (leșii bisulfitice) care conțin 50% din componentele solubile ale lemnului din care 20—25% sînt substanțe reducătoare, formate din hexoze sau pentoze care pot fi asimilate de drojdiile *Torula* și *Candida*.

Leșiile bisulfitice, rezultate din procesul de fabricație, sînt trecute printr-o coloană specială pentru a fi desulfitate. După această operație de îndepărtare a bioxidului de sulf, leșiile bisulfitice se neutralizează pînă la pH 4,8—5,5. Sînt apoi răcite la 25...30°C și li se adaugă soluțiile de săruri nutritive cu azot și fosfor în cantitățile calculate. Materia primă fiind astfel pregătită, procesul tehnologic de fabricare a drojdiei furajere se desfășoară ca în cazul prelucrării borhotului de melasă.

La prelucrarea leșiilor bisulfitice, randamentul în drojdie furajeră uscată este de 35—50% față de conținutul inițial de substanțe reducătoare care constituie sursa de carbon.

7. FABRICAREA DROJDIEI FURAJERE DIN HIDROLIZATE

Hidrolizatele sînt soluții care conțin substanțe reducătoare (pentoze și hexoze) și care se pot obține prin hidroliza unor deșeuri celulozice, cum sînt:

— deșeuri forestiere (rumeguș, crengi, coji, frunze etc.);

— deșeuri agricole (paie, coceni, pleavă, coji de floarea-soarelui, vreji de fasole etc.);

— deșeuri de stuf.

Scanned with OKEN Scanner

În principiu, hidrolizatele se obțin astfel:

Materia primă celulozică se mănă la dimensiunile de 50 × 50 mm și se introduce în hidrolizor.

Hidrolizorul este un autoclav căptușit la interior cu material antiacid.

După introducerea materiei prime măcinate, în hidrolizor se introduce și o soluție cu acid sulfuric 2% în cantitate de 400 l pentru fiecare metru cub volum util de hidrolizor. După fierbere, timp de 3—4 ore la 100°C cu abur direct, soluția care se evacuează din hidrolizor este neutralizată cu lapte de var la *p*H 4—4,5 într-un vas de neutralizare.

Prin neutralizare se formează sulfatul de calciu care se depune. Hidrolizatul limpede, cu un conținut de 1—3% substanțe reducătoare, se evacuează prin decantare în rezervorul de alimentare a linurilor de multiplicare a drojdiilor. Cu excepția extractului de superfosfat, toate soluțiile de săruri nutritive se introduc de la început în hidrolizatul cu care se alimentează linurile de multiplicare a drojdiilor.

Restul fazelor tehnologice sînt identice cu cele descrise la fabricarea drojdiei furajere din melasă.

Randamentul în drojdie, cu 8% umiditate, este de 8% în cazul prelucrării stufului și a strujenilor de porumb, de 7% la prelucrarea paielor de grîu și de 12% la prelucrarea cocenilor de porumb.

8. FABRICAREA DROJDIEI FURAJERE DIN NORMAL PARAFINE

Produsele petroliere sînt materia primă cea mai recent folosită la fabricarea drojdiei furajere.

Sursa principală de carbon pentru dezvoltarea drojdiilor (*Candida lipolytica, Candida tropicalis, Pichia, Torulopsis, Rhodotorula* etc.) capabile să folosească hidrocarburile ca unică sursă de carbon, sînt hidrocarburile parafinice normale.

Acestea rezultă în proporții de 1% din cantitatea de țiței parafinos care se supune prelucrării.

Înmulțirea drojdiilor, în cazul folosirii hidrocarburilor parafinice, trebuie să se realizeze în două faze lichide nemiscibile, adică pe de o parte, în mediul apos care conține sărurile nutritive și pe de altă parte, în mediul în care se găsesc hidrocarburile.

Dezvoltarea drojdiilor are loc în medii puternic aerate, deoarece pe lîngă asigurarea oxigenului în mediu, trebuie să se aibă în vedere și o emulsionare puternică a produsului petrolier cu mediul apos. După procesul de multiplicare, drojdia este separată cu separatoare centrifugale.

O operație în plus, care apare în comparație cu prelucrarea celorlalte materii prime, este aceea de degresare și de dezodorizare a drojdiei. În acest sens, s-au stabilit metode care dau rezultate corespunzătoare.

La prelucrarea normal parafinelor, în funcție de utilajele folosite și de procedeul tehnologic aplicat, se poate obține 1 t drojdie furajeră cu 45—50% proteine și 8% umiditate, din 1—1,3 t normal parafine.

CUPRINS

Partea întîi

TEHNOLOGIA FABRICĂRII BERII

Cap. I. Pregătirea materiilor prime pentru fierbere. Măcinarea malțului și a cerealelor crude 4

Cap. II. Procesul de brasaj și filtrarea mustului 10

A. Teoria procesului de brasaj. Procesele de hidroliză enzimatică 10
B. Tehnica brasajului 13
C. Procedee de brasaj 16
D. Conducerea practică a plămădirii și a zaharificării 24
E. Filtrarea mustului 29

Cap. III. Fierberea mustului cu hamei 39

A. Scopul fierberii mustului cu hamei. Cazanul convențional pentru fiert mustul 39
B. Procesele fizico-chimice ce au loc în timpul fierberii mustului cu hamei 42
C. Hameierea și dozarea hameiului 44
D. Stabilirea cantității de extract a mustului 45
E. Conducerea practică a fierberii mustului cu hamei și separarea conurilor de hamei 47
F. Reguli de protecție a muncii în secția de fierbere 49

Cap. IV. Procedee și instalații moderne de brasaj 50

A. Perfecționarea metodelor de lucru în secția de fierbere 50
B. Instalațiile de fierbere 53
C. Fluxul tehnologic al procesului de brasaj în instalațiile sistem bloc cu cazan de filtrare 56
D. Fluxul tehnologic al procesului de brasaj în instalații de fierbere de formă paralelipipedică 58
E. Caracteristicile fizico-chimice ale mustului 59

Cap. V. Pregătirea mustului pentru fermentare 62

A. Răcirea mustului în instalații clasice 62
B. Colectarea și filtrarea trubului. Sterilizarea mustului și instalațiile folosite 66
C. Aparate moderne de limpezire și răcire a mustului 68
D. Contaminarea mustului 74
E. Norme de protecție a muncii 78

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 118. Principiul aparatului Gasquet.

Plan editură: 15094. Tiraj: 400 + 65 ex. broșate. Coli de tipar: 24. Bun de tipar: 25.07. 1979

Tiparul executat sub comanda nr. 172 la
Intreprinderea poligrafică „13 Decembrie 1918", str. Grigore Alexandrescu nr. 23—97 București, Republica Socialistă România

Scanned with OKEN Scanner

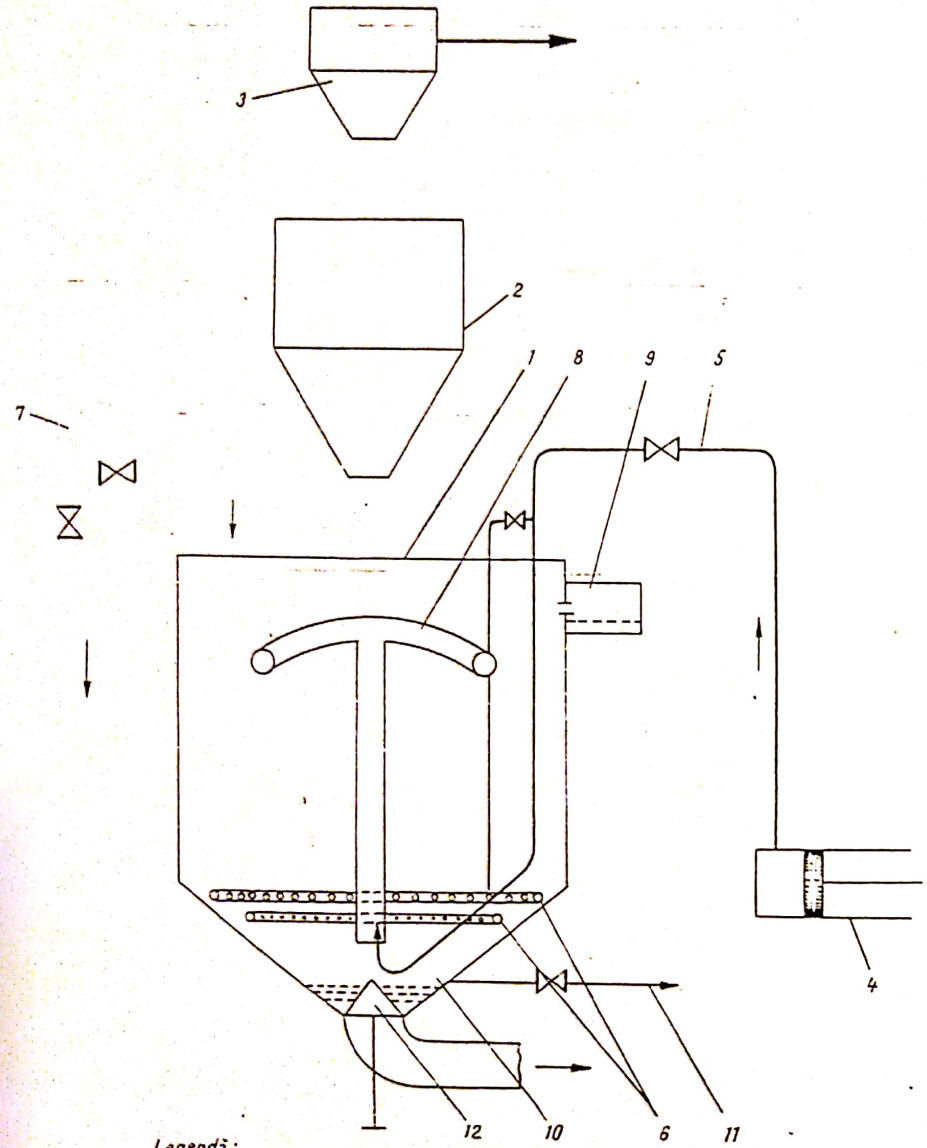


Fig. 130. Instalație pentru înmuierea orzului.

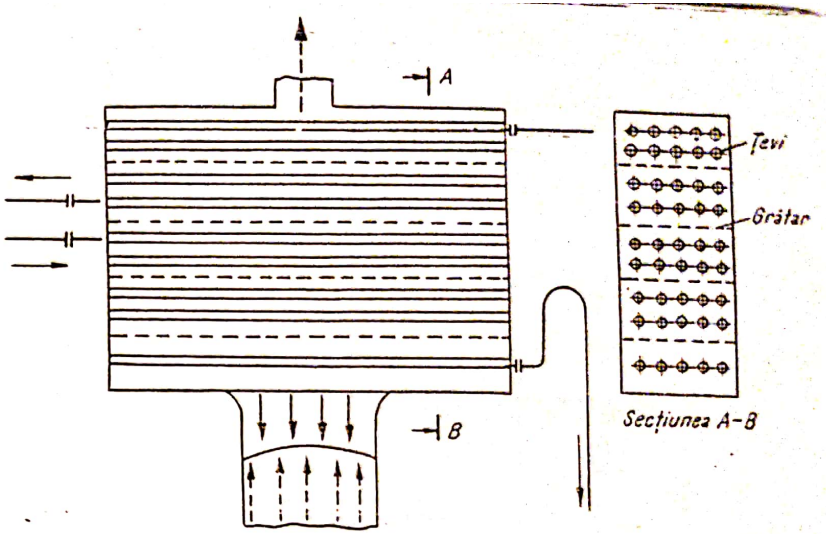


Fig. 163. Deflegmator cu răcire combinată cu plămadă și apă.

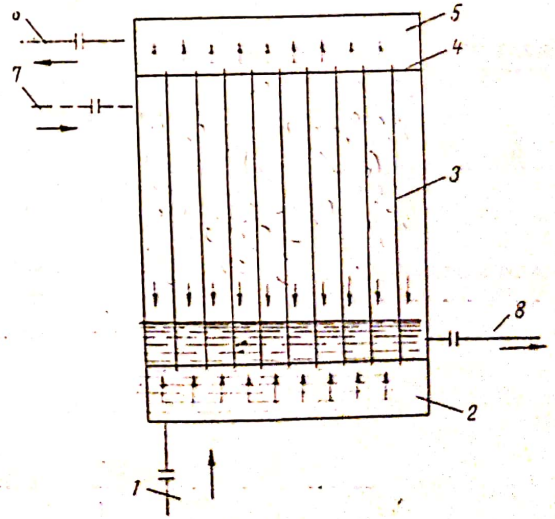
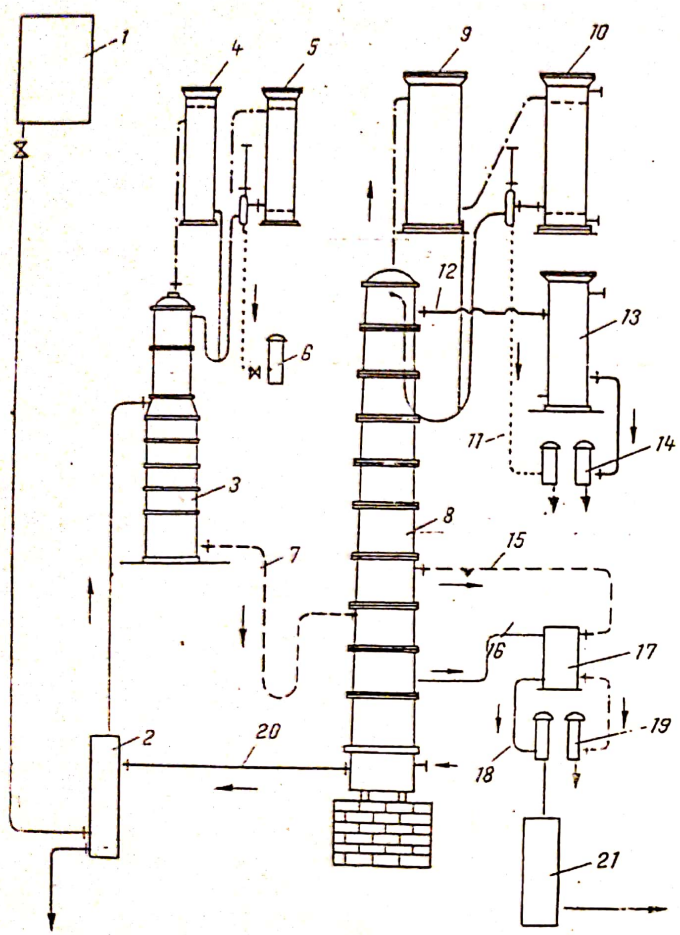


Fig. 164. Condensator tubular.

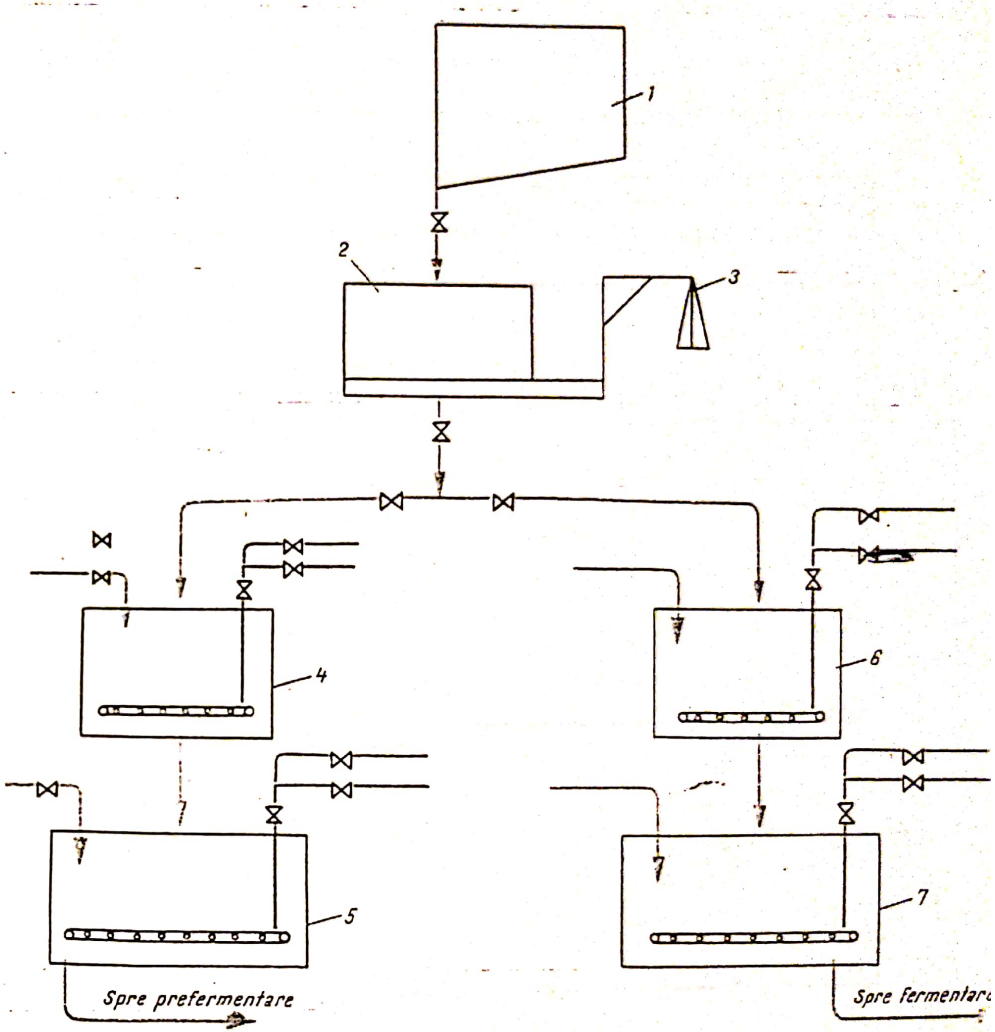
Scanned with OKEN Scanner



Legendă:

- Spirt brut
- Vapori alcoolici
- Flegme și condens alcoolic reintroduse în coloană
- Spirt frunți
- Spirt de alimentare a coloanei de rafinare 8
- Spirt rafinat
- Spirt cozi
- Ulei de jusel
- Apă de luter

Fig. 170. Instalație de rafinare cu funcționare continuă.



Legendă:

- Melasă
- Acid sulfuric
- Apă
- Aer
- Abur

Fig. 173. Schema instalației de pregătire a melasei.

Scanned with OKEN Scanner

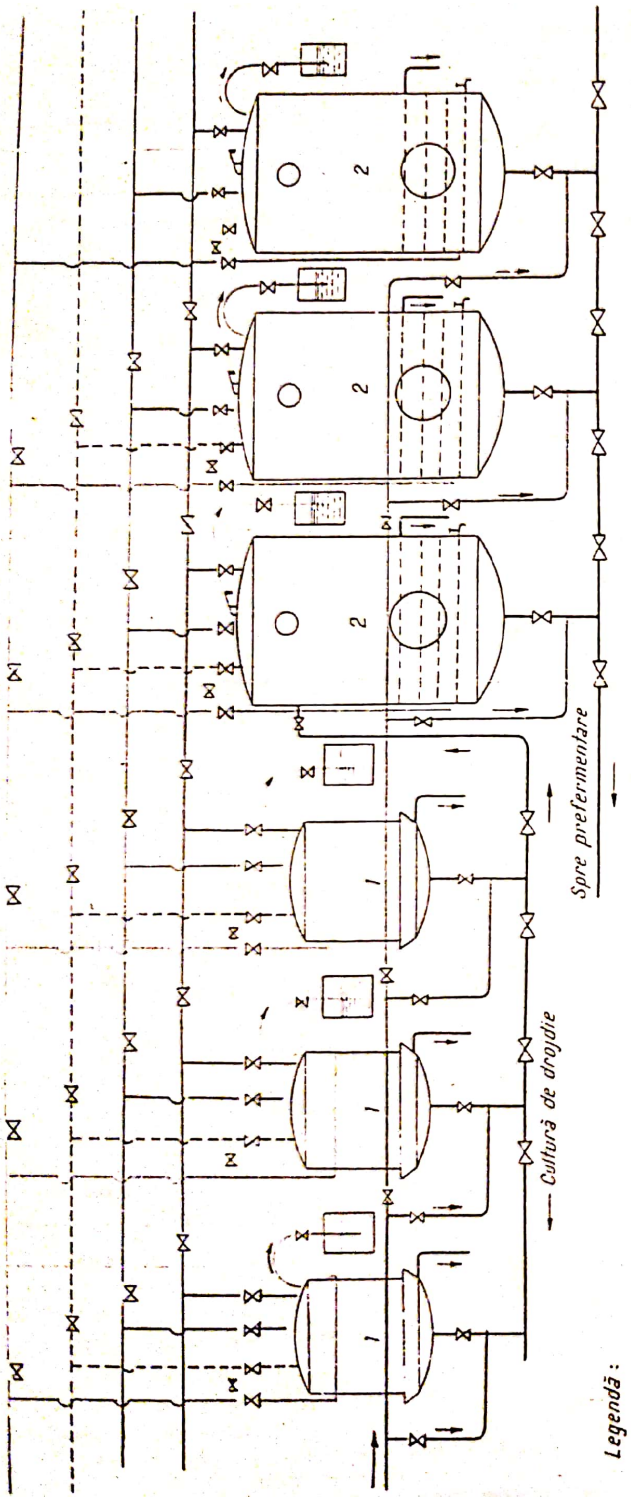


Fig. 176. Schema instalației de preparare a cuibului de drojdie.

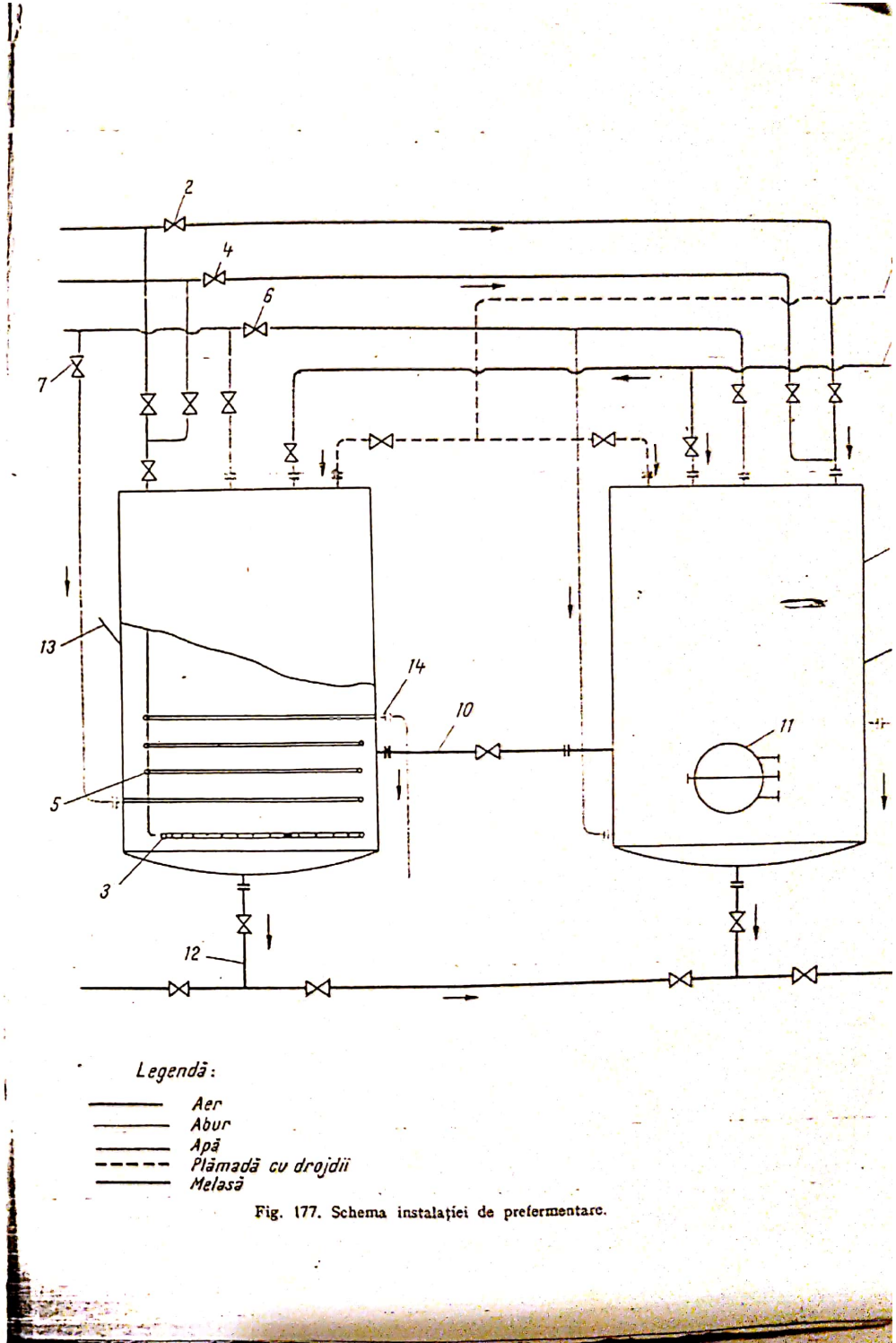
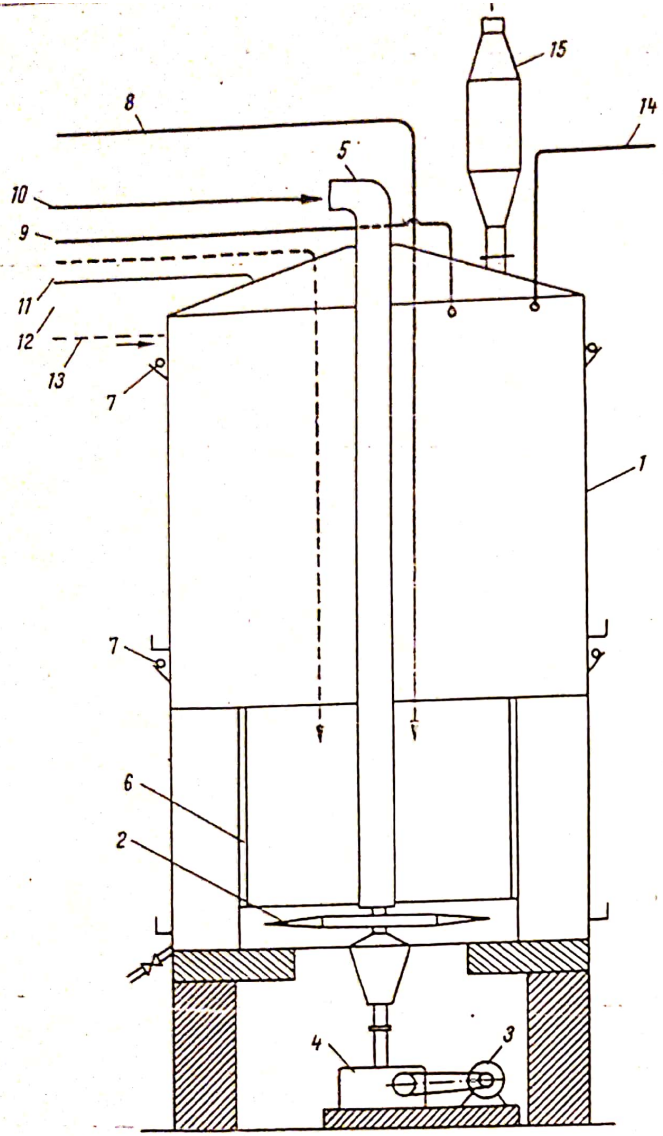


Fig. 177. Schema instalației de prefermentare.

Scanned with OKEN Scanner



Legendă:

- *Melasă*
- *Aer*
- *Apă*
- *Apă amoniacală*
- *Soluție sulfat de amoniu*
- *Acid sulfuric*
- *Soluție superfosfat de calciu*
- *Acizi grași*

Fig. 196. Aparat de multiplicare a drojdiilor cu sistem dinamic de aerare.